BIBLIOTHÈQUE DES MERVEILLES

LES SOURCES

PAR

Mme STANISLAS MEUNIER

OUVRAGE ILLUSTRÉ DE 38 VIGNETTES

PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

A. Dean and Jean M. Larsen
Yellowstone Park Collection

GB 1198 .M48 1886

BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY

3 1197 22690 4925

433083

BIBLIOTHÈQUE
DES MERVEILLES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉDOUARD CHARTON

LES SOURCES

AUTRE OUVRAGE DU MÊME AUTEUR

PUBLIÉ DANS LA BIBLIOTHÈQUE DES MERVEILLES

L'écorce terrestre. 1 vol., illustré de 75 gravures.

Prix : Broché. . . . . 2 fr. 25

Cartonné en percaline bleue, tranches rouges. . . . . 3 fr. 50

14452. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

BIBLIOTHÈQUE DES MERVEILLES

LES SOURCES

PAR

Mme STANISLAS MEUNIER

OUVRAGE ILLUSTRÉ DE 38 GRAVURES SUR BOIS

PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 7

1886

Droits de propriété et de traduction réservés

Digitized by the Internet Archive
in 2013

http://archive.org/details/lessources00meun
UPB

A

MA MÈRE

Hommage d'affection et de reconnaissance

LES SOURCES

PREMIERE PARTIE

LES SOURCES ORDINAIRES

CHAPITRE I

LA TERRE SANS LES SOURCES

La terre sans les sources, c'est le désert, dont les voyageurs, les géographes, nous ont donné une idée très précise. L'ancien monde est traversé obliquement, des monts Khingan au cours du Sénégal, par une zone de terres sèches portant différents noms : Gobi, Kizil-Koum, Alk-Koum, déserts de Perse, de

Syrie, d'Arabie, Sahara. Cette zone « se trouve sur le parcours des vents secs, et les reflux aériens ne lui versent qu'une faible quantité d'eau pluvieuse[1]. »

Prenons au hasard, dans les récits nombreux des explorateurs dont les déserts ont tenté l'intrépidité, quelques traits qui peignent bien l'aridité de la terre desséchée.

Voici pour le Sahara :

« Des dunes, semblables à des vagues, s'élèvent l'une derrière l'autre jusqu'aux limites de l'horizon, séparées par d'étroites vallées qui représentent les dépressions des grandes lames de l'Océan, dont elles simulent tous les aspects. Tantôt elles s'amincissent en crêtes tranchantes, s'effilent en pyramides, et tantôt s'arrondissent en voûtes cylindriques. Vues de loin, ces dunes nous rappelaient aussi quelquefois les apparences du névé dans les cirques et sur les arêtes qui avoisinent les plus hauts sommets des Alpes. La couleur prêtait encore à l'illusion. Modelés par les vents, les sables brûlants du désert prennent les mêmes formes que les névés des glaciers. »

Quand le vent souffle, on voit « une couche de poussière courir dans les vallées, remonter les pentes des dunes, ou couronner les crêtes et retomber en nappe de l'autre côté. Deux vents, celui du nord-ouest et celui du sud ou simoun, règnent dans le désert. Leurs effets se contre-balancent si bien, que l'un ramène le sable que l'autre a déplacé et la dune reste en place et conserve sa forme : l'Arabe nomade la reconnaît.

1. M. Élisée Reclus, *Asie orientale*

Vue prise dans le Gobi.

et c'est pour les étrangers que des signaux, formés d'arbrisseaux qu'on accumule sur les crêtes, jalonnent la route des caravanes. Quand le temps est clair, rien de plus facile que de se diriger dans le désert; mais quand le simoun se lève, l'air se remplit d'une poussière dont la finesse est telle qu'elle se tamise à travers les objets les plus hermétiquement fermés, pénètre dans les yeux, les oreilles et les organes de la respiration. Une chaleur brûlante, pareille à celle qui sort de la gueule d'un four, embrase l'air et brise les forces des hommes et des animaux. Assis sur le sable, le dos tourné du côté du vent, les Arabes, enveloppés de leurs burnous, attendent avec une résignation fataliste la fin de la tourmente, leurs chameaux accroupis, épuisés et haletants, étendent leurs longs cous sur le sol brûlant. Vu à travers ce nuage poudreux, le disque du soleil, privé de rayons, est blafard comme celui de la lune. Dans le Souf, ces vents ensevelissent les caravanes sous des masses de sables énormes; c'est ainsi que périt l'armée de Cambyse, et les nombreux squelettes de chameaux que nous rencontrâmes témoignent que ces accidents se renouvellent encore quelquefois[1]. »

Dans les déserts du Turkestan :

« Notre station matinale portait le nom charmant d'Adamkyrylgan (traduisez : Endroit où périssent les hommes), et il suffisait de jeter un regard vers l'horizon pour se convaincre que cette appellation tragique ne lui avait pas été gratuitement donnée. Qu'on se

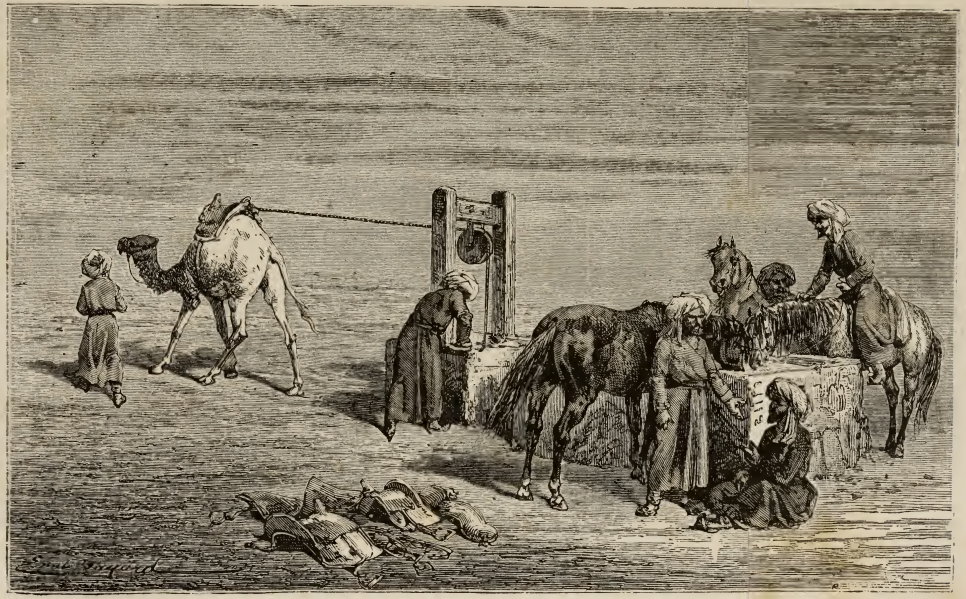
1. M. Charles Martins. *Tableau physique du Sahara oriental.*

représente un océan de sable s'étendant à perte de ue, façonné d'un côté par le souffle furieux des ouragans, en hautes collines semblables à des vagues; de l'autre, en revanche, représentant assez bien le niveau d'un lac paisible à peine ridé par la brise du couchant. Dans l'air, pas un oiseau; sur la terre, pas un animal vivant, pas même un ver, pas même un grillon. Nuls vestiges autres que ceux dont la mort a semé ces vastes espaces; des monceaux d'os blanchis que chaque passant recueille et réunit pour servir de jalons à la marche des voyageurs qui lui succéderont. »

Mais ces horreurs ne sont rien, en temps calme, auprès de celles que déchaîne la tempête.

«... Nos pauvres chameaux, plus expérimentés que nous, avaient déjà reconnu l'approche du *tebbad*: après une clameur désespérée, ils tombèrent à genoux, allongeant leurs cous sur le sol et s'efforçant de cacher leurs têtes dans le sable. Derrière eux, comme à l'abri d'un retranchement, nous venions de nous agenouiller, quand le vent passa sur nous avec un frémissement sourd et nous enveloppa d'une croûte de sable épaisse d'environ deux doigts. Les premiers grains dont je sentis le contact produisirent sur moi l'effet d'une véritable pluie de feu. Si nous avions subi le choc du tebbad à quelque six milles de là, dans la profondeur du désert, nous y restions tous, infailliblement. »

Cette caravane de pauvres hadjis est en proie à toutes les horreurs de la soif. Déjà l'un des pèlerins est mort. Vambéry lui-même se sent à l'agonie : « Je



Un puits dans le désert.

n'étais plus en état de quitter ma haute monture. En vain je chercherais ici à donner l'idée du martyre causé par la soif. La mort, je le crois fermement, n'est pas accompagnée de souffrances pareilles. Jamais en face d'autres périls la lutte ne m'a semblé au-dessus de mon courage; la soif me brisait, m'anéantissait; le mal de tête me stupéfiait; mes entrailles brûlaient d'un feu dévorant[1]. »

Dans le Gobi, « le vent, qui, après avoir balayé la surface des glaces de l'océan Polaire, traverse encore les régions sibériennes sur un espace de plus de 3000 kilomètres, et se heurte contre les pentes du Sayan, ne peut apporter aucune humidité sur les plateaux mongols : c'est un vent glacial et desséchant qui menacerait de fendre la peau des voyageurs s'ils n'avaient soin de porter des masques de feutre pour se garantir le visage. En été le vent change, le courant aérien est renversé : la mousson du sud-est l'emporte; mais presque tous les nuages pluvieux qu'elle a pris dans l'océan Pacifique viennent se décharger sur les pentes des montagnes et des terrasses parallèles qui séparent la Chine proprement dite des plateaux déserts. Cependant des averses s'abattent parfois en été sur le Gobi oriental et dans les régions argileuses du plateau; elles forment çà et là des mares et des lacs temporaires qui s'évaporent bientôt en ne laissant à leur place qu'une poussière saline. Ailleurs, le sol est raviné par des torrents d'un jour, et c'est dans ces fondrières que les mongols creusent des puits, espérant

1. Vambéry. *Voyage d'un faux derviche.*

y trouver un peu d'eau de suintement, lorsque sur le plateau le sol a perdu toute trace d'humidité. Mais aucune rivière permanente n'a pu se former au sud de la Tola et du Kerulen jusqu'au Hoang-ho, entre le Khingan et le Kanson Mongol, sur un espace que l'on peut évaluer à plus de 1 200 000 kilomètres carrés, plus de deux fois la superficie de la France. La rapidité d'évaporation sur les plateaux du Gobi s'explique par la violence des vents d'hiver et par la haute température de l'été : par ses froidures, le Gobi appartient à la Sibérie; par ses chaleurs, il ressemble aux Indes, et ces écarts de température se succèdent parfois dans l'espace de quelques heures; un intervalle d'une demi-journée suffit pour que le thermomètre monte ou descende de 40 degrés centigrades[1]. »

Le Nouveau Monde a aussi ses déserts. Les Cañons du Colorado en forment un des plus étranges. Là, le sol entaillé à pic par des gorges profondes, ne présente qu'une végétation impuissante de pins rabougris, de broussailles maigres et épineuses. Depuis les *Crôss Timbers* du Texas jusqu'aux Montagnes Rocheuses, c'est-à-dire sur un parcours de plus de 1500 kilomètres, on ne rencontre pas une forêt. Les animaux fuient cette région désolée où passent seuls, de temps à autre, quelques Indiens nomades les plus sauvages et les plus barbares de tous ceux de l'Amérique.

Cependant des explorateurs attentifs, non contents du panorama singulier que leur offraient tant d'abîmes, voulurent étudier dans ses détours, ses anfrac-

1 M. Elisée Reclus, *Asie orientale*.

tuosités, ses paliers les plus escarpés, l'immense labyrinthe des Cañons. Ce ne fut pas sans surprise que de ce chaos de pierres, ils virent surgir, de tous côtés, des ruines grandioses témoins du séjour d'hommes d'une civilisation avancée. « Qu'on se figure, écrit l'un d'eux, une rivière desséchée, encaissée entre des rochers en grès rouge, escarpés, sans nul accès et un homme debout dans cette vallée, contemplant à tous les étages les habitations de son semblable, tel est le spectacle qui s'offre à nous à chaque pas.... » « Les preuves sont évidentes, ajoute un autre[1], qu'une population considérable a vécu dans ces déserts. Il est à peine un mille, parmi les six milles qu'il a été mon lot d'explorer, qui ne fournisse la preuve certaine qu'il a été habité durant des temps assez longs par des hommes absolument distincts et assurément supérieurs aux sauvages nomades, qui seuls le parcourent aujourd'hui. » Et le major Powel qui, récemment, explorait en géologue le Nouveau-Mexique était saisi d'étonnement en ne voyant pendant des journées entières que des falaises à pic, percées de toutes parts par des habitations humaines qu'il comparait aux alvéoles d'une ruche. Les Espagnols, au moment de leur conquête, avaient remarqué ces constructions et avaient donné le nom de *pueblos* aux groupes qu'elles formaient. Certains pueblos étaient, selon Cabeza de Vaca, plus grands que la ville de Mexico. Les maisons, souvent à plusieurs étages en retrait les uns sur les

1. Colonel Holmer. *Report on the ancient Ruins of S. W. Colorado examined during the summer of* 1875 *and* 1876.

autres, étaient construites en pierres. On communiquait d'un étage à l'autre au moyen d'échelles; quand l'échelle était retirée les habitants se trouvaient dans une forteresse. Il y avait des pueblos, comme celui de Taos, qui étaient situés, dans la vallée et entourés d'un mur complétant la défense; d'autres, le pueblo d'Acousa, par exemple, s'élevaient sur des plateaux, parfois à plusieurs centaines de pieds au-dessus de la vallée, et l'on ne pouvait y arriver que par des sentiers presque impraticables.

Ces habitations si bien comprises attestaient l'existence d'une race forte.

Pourquoi donc avait-elle déserté des foyers si laborieusement édifiés? Et pourquoi d'autres hommes n'étaient-ils pas venus à sa place faire acte de propriétaires?

C'est que les conditions naturelles avaient absolument changé dans la région. Elles devenaient ce que nous les voyons aujourd'hui. L'eau, autrefois abondante, disparaissait. Les pins chétifs, végétant avec peine, remplaçaient les cèdres qui offraient leurs grands ombrages aux Cliff-Dwellers (*Habitants des falaises*). Les constructeurs imprévoyants gaspillaient les forêts bienfaisantes, régulatrices du régime des eaux, arrachaient les arbres pour en faire, entre autres choses, les poutres qu'on retrouve dans les *cliff-houses*. Les courtes et abondantes pluies du printemps se précipitaient en torrents impétueux, inondaient et entraînaient les terres fertiles, dénudant le sous-sol rocheux. Sans doute aussi des changements géologiques étaient survenus peu à peu. Le sol, trop

poreux, buvait l'eau rapidement. Les fleuves, les ruisseaux tarissaient, ne laissant dans les vallées que les traces maintenant anciennes des cours d'eau disparus.

La terre devenait improductive et l'homme misérable. Ceux de cette race antique qui conservaient quelque énergie émigrèrent, et sans doute allèrent se perdre parmi des peuplades qui ne les valaient pas; les autres familles moururent d'épuisement.

L'eau bue par la roche, la pluie devenue rare, telle est pourtant la destinée, lointaine, fort heureusement, de la terre. La science l'annonce, ayant pour elle le témoignagne de la Lune aride, crevassée, fracturée, et la poésie, acceptant le verdict, dépeint dans toute son amertume l'horreur des derniers mouvements de l'humanité, qui, prisonnière sur la terre ruinée, n'aura pas à tenter comme les Cliff-Dwellers une fuite dans une autre patrie.

Oh! quel jour! Je le vois en rêve. Il est venu.
De cette immensité radieuse et mobile
Il ne reste plus rien qu'un lac au flot menu.

. . . . . .

Quelques agonisants sont là, buvant des yeux,
Humant à pleins poumons le peu d'eau qui demeure
Et qui va dans l'instant s'exhaler vers les cieux.

Connaissant qu'eux aussi mourront à la même heure
Où la brume suprême aura quitté le sol,
Ils tremblent, sans pouvoir empêcher qu'elle meure[1].

C'est l'eau qui fait la fortune des nations, il est presque banal de le redire. Là où il y a peu d'eau, les

1. M. Jean Richepin. *La Mer*.

hommes ne forment pas des peuples, mais des tribus. Ils sont nécessairement nomades : « Voilà cent trente ans que je suis voyageur sur la terre, » disait Jacob au Pharaon. Dans le désert, il n'y a que des voyageurs : le sens du mot patrie est très large, et répond sans doute à l'idée de climat. Nous autres, qui avons de grands fleuves au bord desquels nous nous groupons, nous avons inventé la *demeure*, l'endroit où *nous restons*.

CHAPITRE II

RECONNAISSANCE DES HOMMES ENVERS LES SOURCES

Dès la plus haute antiquité, les hommes ont attribué aux sources une origine divine. Les Grecs en faisaient des Nymphes : c'étaient leurs Naïades; et la plupart avaient une touchante histoire. Combien de jeunes filles métamorphosées en fontaines, depuis Aréthuse, que les dieux crurent ainsi mettre à l'abri de la poursuite du grand chasseur Alphée; mais Alphée qui, pourtant ne connaissait pas la chanson de Magali, se métamorphosa en fleuve, pour rejoindre Aréthuse. Pégase, le noble coursier d'Apollon, fit jaillir l'Hippocrène de l'Hélicon, en frappant du pied la roche sur laquelle il se trouvait.

C'est aux Danaïdes infortunées qu'Argos, la ville du roi des rois, doit ses eaux abondantes.

Les Naïades sont toujours des divinités bienfaisantes; volontiers elles accueillent l'homme : il aime à venir pleurer ou chanter dans les grottes qui leur servent de sanctuaires; elles le guérissent de leurs maux. Telles sont les bonnes Nymphes Joniades, Anagriades, dont les eaux sont souveraines contre les maladies de la peau. Telle est la fontaine Abyssos, dans le sein de

laquelle on trouve un remède sûr contre la rage.

Si nous remontons à une mythologie autrement ancienne que celle des Grecs, à celle de l'Inde, nous trouvons des fables plus bizarres et plus grandioses, mais tout aussi caractéristiques de la vénération de l'homme pour les eaux. La plupart des fleuves y sont sacrés; leurs sources sont des lieux de pèlerinage : y aller rachète bien des crimes; rien n'est plus méritoire que le voyage aux sources du Gange, c'est-à-dire là où le versant méridional du Trans-Himalaya marque la frontière thibétaine, à 4206 mètres d'altitude. La « bouche de la vache » dont parlent les légendes, c'est-à-dire l'ouverture par où s'échappe le fleuve, est l'arche terminale d'un glacier dont les parois crevassées sont hautes de 100 mètres. « Là, dit M. Elisée Reclus[1], est la première marche du trône de Siva, car les cinq grandes montagnes qui limitent l'horizon au nord-est et à l'est, sont designées parmi toutes les cimes comme étant le siège spécial de Maha Deo ou du « Grand Dieu ».

« Le lieu saint de Gangotri, dans la haute vallée de la Bhagirati-ganga, est l'endroit le plus élevé où les brahmanes adorateurs de la déesse aient pú s'établir... les difficultés et les dangers de la route arrêtent la grande foule des pèlerins aux sanctuaires les moins élevés. Jadis les fidèles qui se rendaient dans les lieux sacrés portaient le drapeau de Yama « qui conduit à la mort » et se donnaient eux-mêmes le nom d'*anivarttina*, « celui qui ne revient pas. » Dans la der-

1. L'Inde et l'Indo-Chine.

Sources du Gange.

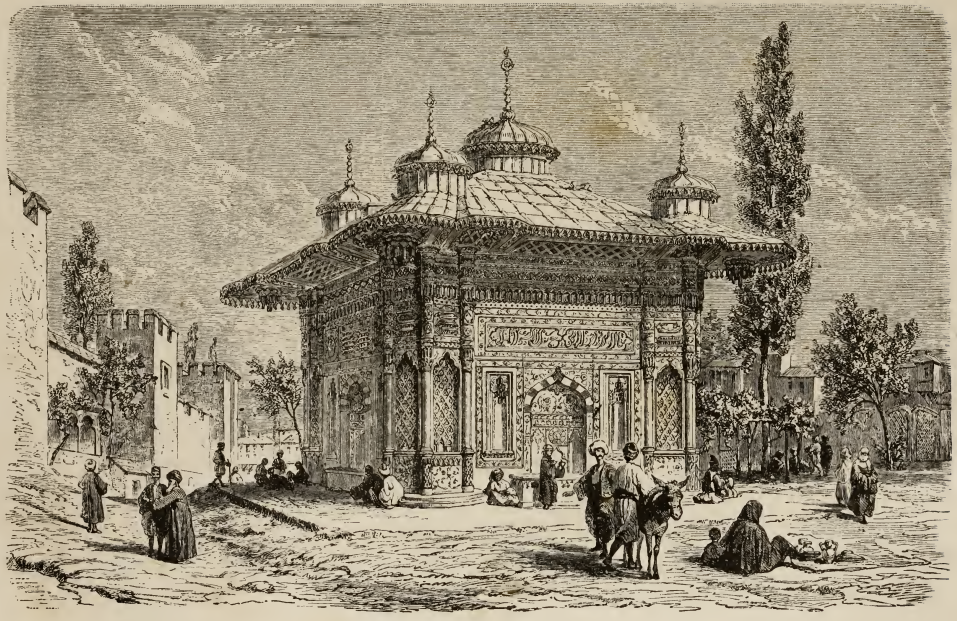
nière partie de la route, il faut, en s'engageant dans plusieurs mauvais pas, gravir des parois verticales au moyen d'échelles branlantes, formées de pierres enfoncées dans la roche au-dessus du torrent. Un de ces escaliers est suspendu à une muraille perpendiculaire de rochers au confluent de la Bhagirati et de la Djanevi, qui coulent l'une et l'autre en des cluses effroyables. Les pèlerins qui se rendent au sanctuaire de Gangotri doivent faire leurs premières ablutions dans les eaux réunies des deux torrents; ils y reçoivent le pain bénit de la main d'un brahmane et jettent dans le remous du courant une touffe d'herbes symbolisant sans doute leurs péchés. En aval, chaque lieu d'étape, chaque fontaine, chaque promontoire est un autre lieu sacré où les fidèles font leurs cérémonies préparatoires avant d'arriver au temple de la source.

« La rivière Alaknanda, quoique moins sacrée que la Bhagirati dans l'opinion des Hindous, est cependant la branche maîtresse du fleuve; elle est presque deux fois plus large, et les montagnes qui lui envoient ses premières eaux dépassent en hauteur celles de Gangotri. L'Ibi Gamin, dont les flancs neigeux versent à droite et à gauche les hauts torrents qui forment l'Alaknanda, élève son dôme supérieur à 7781 mètres; de toutes les montagnes du Trans-Himalaya, c'est jusqu'à maintenant la plus haute qui ait été mesurée; son nom thibétain signifie « grand'mère de la neige »; elle est consacrée à la déesse Nanda.

« Un temple fréquenté ne pouvait manquer de s'élever au confluent de la Bhagirati et de l'Alaknanda, là où les deux rivières unies prennent le nom de Ganga;

c'est le « confluent divin. » Cependant c'est plus bas que se trouve le groupe le plus fréquenté des sanctuaires, celui qui a reçu le nom de Hardwar ou Haridwar, c'est-à-dire la « Porte de Vichnou, » ou bien Hara dwara, la « Porte de Siva, » car les sectateurs de chaque culte réclament pour leur dieu principal l'honneur d'avoir ouvert « la porte du Gange. » Il est probable toutefois que des temples s'élevaient déjà dans le défilé bien avant que fussent invoqués les noms de Vichnou et de Siva; maintes sculptures découvertes dans les débris de Mayapour, la cité qui précéda Hardwar, sont évidemment antérieures aux formes actuelles des religions hindoues....

« Les visites des pèlerins commencent au milieu de mars et continuent pendant près d'un mois. Les premiers voyageurs anglais évaluaient la foule qui se succédait à 2 millions d'hommes; en 1867, le camp des pèlerins occupait une surface de 57 kilomètres carrés. » Outre les dévots, il y avait, parmi cette foule, les marchands qui aiment à trafiquer dans les temples ou à leurs abords. Il est rare, dit encore l'éminent géographe, que maintenant le nombre des visiteurs dépasse 70 000, si ce n'est chaque douzième année, lors de la fête du Verseau. La ferveur s'est amoindrie, et la police anglaise se mêle des pèlerinages, qui étaient souvent des foyers d'épidémie, et où la foule s'écrasait; en 1819 la poussée de la multitude qui se précipitait vers le bain fut si grande, que 430 personnes s'y noyèrent. Souvent aussi les sectes rivales se battaient: on dit qu'en 1760, 18 000 cadavres couvrirent le sol autour des sanctuaires. » Enfin, ô sacrilège!



Fontaines du Sérail.

c'est à Hardwar que commence le grand canal d'irrigation du Doab, dérivé des eaux saintes du Gange.

Dans les cérémonies de tous les cultes, l'eau joue un rôle important. Les peuples les moins soucieux de la propreté dans leurs autres coutumes, les Juifs, les Musulmans, sont soumis, sous peine d'impiété, à un nombre réglementaire d'ablutions. Et ce n'est pas seulement chez les Hindous qu'il y a des sources particulièrement chères aux dieux : pour le culte de Jupiter, en Grèce, on ne pouvait se servir que de l'eau de l'Alphée. La Pythonisse de Delphes devait se plonger dans l'eau de la fontaine Castalie, avant de rendre ses oracles. Élever une fontaine, c'est faire œuvre pie. Il y a à Constantinople une jolie fontaine, appelée la fontaine du Sérail, tout en faïence et en marbres de diverses couleurs, avec cette inscription : « Buvez avec dévotion l'eau de Khan Ahmédié, et priez pour lui. » C'est bien là l'esprit de l'Orient : un verre d'eau vaut une prière.

CHAPITRE III

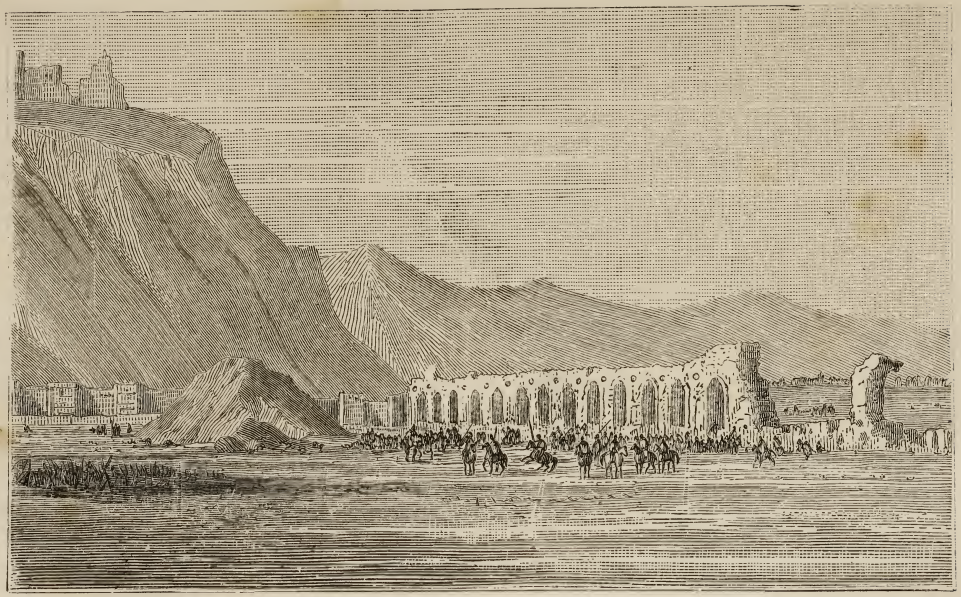
LES AQUEDUCS

Les aqueducs, rivières artificielles, dont le lit suspendu dans les airs, suivant l'expression du poète Rutilius, rapproche et semble joindre les montagnes que la nature avait séparées par des vallées, apportent dans les villes de vraies sources, pour lesquelles Bernard Palissy faisait sa charmante comparaison de la nature sauvage et de la nature cultivée. La source de l'aqueduc est la source cultivée par rapport à la source qu'on ne déplace pas, qui est la source sauvage.

Hérodote cite un singulier aqueduc : c'est celui qu'un roi d'Arabie fit faire avec des peaux de bouc cousues ensemble pour conduire les eaux du Caris à la distance de deux journées.

C'était à coup sûr un aqueduc fort rudimentaire, mais ce n'est peut-être pas le plus ancien. Il y a des ruines d'aqueduc qui par leurs matériaux se rattachent à l'époque cyclopéenne. Telles sont celles de Patara, en Syrie, qui, dit Belgrand, mériteraient à elles seules un voyage en Asie Mineure. Nous en empruntons la description à M. Texier.

« Lorsque le jour vint éclairer notre retraite, nous



Les aqueducs d'Anazarbe.

aperçûmes le site le plus sauvage qu'il soit possible d'imaginer. Cependant il s'anima bientôt pour moi, car je découvris le sommet de la montagne couronné par une longue muraille cyclopéenne qui en suivait toutes les ondulations.

« La muraille est bâtie de blocs irréguliers, formant deux parements dont l'intervalle est rempli par des débris réunis avec du sable. Les pierres du parement sont d'un volume considérable. Cette muraille est d'une magnifique conservation, mais elle a été restaurée dans les siècles postérieurs à sa fondation. On voit une partie construite en petites pierres, en assises réglées et d'un petit appareil.

« Le couronnement de la muraille est composé d'une ligne de pierres de $0^{m},80$ de hauteur, posées de champ et réunies par des joints très serrés.

« Le bas de la muraille est entouré de buissons épais et presque impénétrables sous lesquels je me glissai avec peine. J'y observai plusieurs pierres carrées, percées d'un trou circulaire dont la circonférence était en saillie d'un côté et en creux de l'autre. Je remarquai en même temps une multitude de fragments de poterie, tels que je les avais vus sur la pente, et je m'assurai qu'ils provenaient de la destruction de grands tuyaux de briques qui filaient sur la muraille.

« Cette construction est un aqueduc, et si le système d'appareils à joints irréguliers est l'indice d'une haute antiquité, je ne pense pas qu'il existe d'aqueduc plus ancien. Ce monument est remarquable en ce sens, qu'il prouve qu'à une époque si reculée, les lois

de l'hydraulique étaient déjà connues, au point qu'on savait que l'eau introduite dans les tuyaux fermés reprend son premier niveau.

. . . . . .

« La partie horizontale de la muraille fait, avec la pente méridionale, un angle de 169 degrés et de 156 degrés avec la partie nord. Les eaux coulaient dans un canal formé de grosses pierres qui s'ajustent entre elles à mortaise et tenon, et qui formaient un tube continu. Les fragments de poterie proviennent des premiers canaux, qui furent dans la suite remplacés par les pierres creuses que nous voyons, à moins qu'ils n'aient été eux-mêmes renfermés dans ces pierres.... En montant dans la partie supérieure, on arrive au canal horizontal, qui est recouvert de grandes pierres plates, et dont le lit est fait de mortier et de cailloux.

« J'ai suivi ce canal pendant trois quarts d'heure dans tous les détours qu'il fait sur la montagne, mais je n'ai acquis aucun indice de la source. Il n'y a rien d'étonnant qu'il en existe une à cette hauteur, puisque cette montagne est dominée par plusieurs autres beaucoup plus élevées.

« Du côté du nord, je n'ai pas suivi le cours de l'aqueduc. Peut-être conduisait-il les eaux à la ville de Patara, distante de cinq milles par mer de Kalamaki[1]. »

Patara appartient aux premiers âges de la civilisation hellénique.

1. Charles Texier : *Description de l'Asie Mineure*, tome III.

L'Asie, l'Égypte nous offrent également des ruines très anciennes, dans lesquelles on voit quelquefois des vestiges d'une très grande magnificence.

Les citernes d'Alexandrie, qui datent des Ptolémées, étaient revêtues de marbre, et soutenues par de hautes colonnes de même substance. Elles s'étendaient non seulement sous la ville, mais très loin de la ville, et servaient de réservoirs à plusieurs aqueducs souterrains.

D'après un écrivain arabe, on comptait dix-huit aqueducs depuis l'entrée du Nil, en Égypte, jusqu'à Memphis, dans l'espace de 180 lieues, indépendamment de deux autres plus grands encore, qui étaient entre Memphis et la mer; l'un de ces derniers portait ses eaux dans les déserts où le temple de Jupiter Ammon avait été bâti, et l'autre, au lac Maréotis, derrière Alexandrie. S'il faut en croire cet ancien auteur, « la plupart des aqueducs de la Lybie avaient 100 pieds de haut et 20 pieds de large, sur une profondeur proportionnée, afin qu'ils pussent porter des bateaux propres à y voiturer, à travers les airs, toutes sortes de marchandises. »

« Les rois de Juda, dit M. de Saulcy[1], firent pour leur capitale ce qui se fait aujourd'hui pour Paris. Il y avait, à quelques lieues au sud de Jérusalem, des sources très belles à Etham, sur la route d'Hébron; et Salomon ne recula devant aucune dépense, devant aucune difficulté, pour doter sa ville royale des eaux parfaites de ces sources. Trois immenses réservoirs

1. *Voyage en Terre sainte.*

furent taillés dans le roc vif à des niveaux successivement inférieurs, de manière que le premier, rempli directement par ces sources, déversât son trop-plein dans le second et celui-ci ensuite son trop-plein dans le troisième, à partir duquel un aqueduc souterrain suivant les fleuves des vallées, et faisant tous les détours nécessaires pour conserver une pente constante, conduisait les eaux jusqu'à Jérusalem. Ces trois réservoirs, qui sont véritablement une merveille, se nomment El-Bourak, et pour les chrétiens, ce sont les vasques de Salomon. Au moyen âge, et probablement lorsque l'aqueduc fut réparé par le fils de Kelaoun, une forteresse nommée Qalâat-el-Bourak fut construite sur le flanc nord du réservoir supérieur, pour protéger et défendre au besoin cette prise d'eau. C'est aujourd'hui la demeure de quelques hommes préposés à la garde de ces vasques, qui pourtant n'envoient plus une goutte d'eau à Jérusalem. Quant à l'aqueduc, il s'appelle aujourd'hui (du moins dans le voisinage de Beït-Lehm et du tombeau de Rachel) Qanal-el-Koufar (canal des infidèles).

« C'est à la réparation de cet aqueduc que Ponce-Pilate employa une partie du trésor du temple, à la grande indignation de la nation juive. Au moyen âge le soulthan d'Égypte, El-Malek-en-Naser-Mohammed-Ifn-Kelaoun, le fit réparer à son tour, et y établit un système de tuyaux de terre cuite, que l'on retrouve de temps en temps dans les parties dégradées et découvertes, lorsque l'on suit le trajet de cet aqueduc ruiné. »

L'aqueduc des eaux d'Etham aboutissait directe-

ment au temple, et était destiné au service du culte. Plus tard, on en fit un autre pour subvenir aux besoins de la population. « Ce furent cette fois les belles eaux de la source de Nephtoah, aujourd'hui Leftah, qui furent détournées et amenées à Jérusalem.

Aqueduc romain.

Leftah n'est qu'à une lieue kilométrique au nord-ouest de Jérusalem. »

C'est à Rome qu'il faut aller pour voir dans tout son triomphe l'art des aqueducs.

Les eaux y abondaient. Dès l'origine, outre l'eau du Tibre, ses habitants utilisèrent celle d'un grand nombre de sources. On trouvait auprès du Cœlius, la fontaine de Mercure; au mont Palatin, la fontaine de Saturne; la fameuse grotte de la Louve laissait couler l'eau Lupercale; dans le voisinage, jaillissait la source

de Castor et Pollux. Alberto Cassio, qui a publié en 1756 une *Histoire des Aqueducs*, parle encore des sources des Lautules, du Picus et du Faune, de Cybèle, de la nymphe Egérie : la plupart de ces fontaines coulent aujourd'hui sous les décombres de Rome. Il mentionne aussi l'eau Argentine, qui n'est pas décrite par les anciens. L'eau de Saint-Damas, une des meilleures de Rome, jaillit au Vatican.

Pendant longtemps, les Romains se contentèrent de ces sources. Néanmoins, s'il faut en croire Pline, les aqueducs remonteraient à la plus haute antiquité. C'est ainsi que Marcia aurait été construit par le roi Ancus Marcius en l'an 127 de Rome; ruiné par le temps, il aurait été restauré par le préteur Quintus Marcius Rex.

Cependant, il est plus probable que le premier aqueduc est celui d'Appia et qu'il date seulement de l'an de Rome 442. Les censeurs C. Plantius, surnommé Venox à cause de son habileté à découvrir les veines d'eau, et Appius Claudius Crassus, l'auteur de la voie Appienne, étaient à la tête de l'entreprise; Appius Claudius trouva le moyen de se débarrasser de son collègue et donna son nom à la dérivation.

Les sources d'Appia se voient encore près du lieu dit Rustica, à peu de distance de la rive gauche de l'Anio (aujourd'hui Aniene et Teverone). La longueur de l'aqueduc était de 11 190 pas[1]. Il recevait aux Gémelles, à son entrée à Rome, le ruisseau Augusta et une autre source, par un aqueduc de 6380 pas.

Viennent ensuite, par ordre d'ancienneté : Anio

1. Le pas romain est de 1^{m}, 485.

Ruines des aqueducs de Claude.

vetus, Marcia, Tepula, Julia, Virgo, Alsietina, Claudia, Anio-Novus. Plus tard, on en construisit d'autres, car selon Procope, qui avait suivi Bélisaire en Italie, il y en avait alors quatorze à Rome.

Les sources les plus rapprochées de la ville jaillissent dans la plaine volcanique, célèbre sous le nom de campagne romaine.

Un premier groupe de sources situé au voisinage de l'Anio, comprenait, outre les sources d'Appia et d'Augusta, celle de Virgo, qui alimente encore aujourd'hui l'aqueduc de Vergine. Elle est à 2300 mètres environ à l'est de Rustica. Sextus-Julius Frontinus, curateur des eaux sous les empereurs Nerva et Trajan, et auteur de documents très étendus sur les aqueducs, raconte que ce fut une jeune fille qui fit connaître une des veines de la source à des soldats en quête d'eau. Un petit temple, érigé près de la source, contenait encore du temps de Frontin une peinture commémorative du fait.

Le second groupe alimentait un aqueduc construit depuis Frontin par Trajan et Adrien, et désigné sur les cartes sous le nom d'Alexandrina. Ces sources se déversent aujourd'hui dans l'aqueduc de la Felice.

Le troisième groupe, situé entre Frascati, ancien Tusculum, et le lac Albano, comprend trois sources : Tepula, qui coule encore au pied du village de Grotta-Ferrata, est la moins abondante de toutes celles qui furent conduites à Rome. A 1500 mètres, à l'est de Grotta-Ferrata jaillit la source de Julia, très abondante au contraire. Plus à l'est encore, se trouve la source de l'eau Crabra, que les fontainiers déri-

vaient en fraude à Rome, en la jetant dans Julia, mais qui, en réalité, appartenait aux Tusculans.

Sur la rive droite du Tibre, les mêmes terrains volcaniques donnent naissance à des sources non moins belles, dont plusieurs, situées en arrière du lac Sabattinus (aujourd'hui Bracciano), alimentaient l'aqueduc Trajana. D'autres jaillissent au fond de grands cratères volcaniques, qu'elles ont remplis d'eau. Telle est l'origine du lac Bracciano, d'où coule l'eau Paola et Martignano, autrefois Alsietinus, dont l'aqueduc Alsietina tirait son nom[1].

Enfin, des roches calcaires de l'Apennin, à une grande hauteur au-dessus de Rome (Marcia jaillit à l'altitude de 316^{m},70, c'est-à-dire à 237 mètres au-dessus du point d'arrivée à Rome), entre les deux petites villes de Vicovaro et de Subiaco, un peu en aval du village d'Agasta, sortaient les eaux des deux aqueducs les plus célèbres de Rome, Marcia et Claudia.

Les Romains appréciaient en connaisseurs les qualités de l'eau; et, bien que dépourvus de tout procédé d'analyse, ils se rendaient parfaitement compte de ce qu'il y avait ou de ce qu'il manquait dans celle dont ils usaient. Ils mettaient au premier rang l'eau agréable à boire et n'y voulaient ni saveur ni odeur. L'eau employée en cuisine devait bien cuire les légumes, et ne pas former, au repos, de dépôt vaseux. Très observateurs, avant de dériver l'eau d'une source, ils regardaient si les habitants de la contrée étaient

1. Belgrand. *Les Aqueducs romains.*

vigoureux, bien colorés, s'ils n'avaient pas les membres frêles et les yeux malades[1].

Marcia, fraîche et limpide, avait été réservée pour la boisson par l'empereur Nerva. Virgo n'était jamais troublée par les grandes pluies : « elle seule conserve son éternelle pureté », écrivait vers l'an 500 Théodoric, deuxième roi d'Italie, à son ministre Cassiodore. Anio-Vetus, au contraire, toujours trouble, était réservée pour l'arrosage des jardins. Frontin ne comprend pas qu'Auguste, prince d'un esprit si droit et si sensé, ait pu dériver l'eau peu limpide du lac Alsietinus. Cette eau du reste ne coulait pas pour les besoins du peuple. Auguste s'en servait pour sa naumachie.

Les Romains ne savaient pas filtrer l'eau ; mais ils cherchaient à obtenir une sorte de clarification en la laissant au repos dans des piscines, que traversaient six des aqueducs : Anio-Vetus, Marcia, Julia, Tepula, Anio-Novus et Claudia. Les matières grossières, le gravier et le sable restaient au fond de ces bassins, mais la vase n'avait pas le temps de s'y déposer : ils étaient trop petits pour que l'eau pût y séjourner plus d'une heure.

Les neuf aqueducs qui existaient au temps de Frontin avaient un développement total de 293 014 pas romains, soit 436 610^{m},84. Sauf Virgo et Alsietina, ils entraient tous à Rome, dans le voisinage de la porte Esquiline, aujourd'hui porte Majeure. « On peut voir encore, dit Belgrand, en sortant par cette porte, l'effet extraordinaire que leurs ruines produisent au

1. Vitruve, livre VIII, chap. v.

milieu de cette plaine déserte ; c'est un spectacle grandiose qui ne s'efface pas de la mémoire. »

Il y a de grandes différences dans la construction des différents aqueducs romains. C'est ainsi que Marcia, qu'il était facile de mener à bien avec les 263 mètres de pente dont disposait l'ingénieur, suit exactement, depuis Tivoli, le bord de l'Anio, dont la vallée est très contournée. « Le tracé de Marcia est fait avec la timidité de l'ingénieur primitif : la ligne droite est presque inconnue sur ces développements sinueux. » Aussi sa longueur était-elle de 91 639 mètres, tandis que l'aqueduc Pia, qui dérive les mêmes sources, et qui a été inauguré en 1870, n'a, grâce à ses siphons, que 52 000 mètres.

Claudia, au contraire, « a été dirigé avec la perfection de l'art moderne. Bien avant Tibur, il s'élève sur les coteaux, pour en éviter les longs contours. Sur toute la pente de l'Apennin, depuis Castel-Madama jusqu'à la campagne de Rome, vers Frascati, son tracé ne laisse rien à désirer, et l'ingénieur moderne le plus habile n'y ferait que des changements insignifiants. Il va sans dire que les siphons de fonte ne pouvaient être employés, pour franchir les vallées, puisque les tuyaux de fonte n'étaient pas connus des Romains[1]. »

Sur certains points de leurs tracés, les aqueducs de l'Apennin se rencontraient forcément. « Parmi les points défavorables, dit encore Belgrand, on peut citer la vallée Degli-Arci sur la rive gauche de l'Anio, un peu en amont de Tivoli ; les quatre aqueducs de l'Apennin

1. Belgrand. *Les Aqueducs romains*

franchissent ce ravin; Claudia à 2000 mètres environ de l'Anio, sur de magnifiques arcades; Anio-Vetus. Marcia, Anio-Novus, sont près de la rivière, sur des ponts moins longs, mais néanmoins très importants.

« Le massif volcanique de Tusculum est séparé de l'Apennin, entre le pied du mont S. Angelo et le village Gallicano, par une large dépression, où se précipitent une multitude de torrents, qui y ont creusé de nombreux ravins. Le tracé des aqueducs a dû chercher les passages favorables de cette dépression. C'est ainsi que Marcia et Anio-Vetus franchissent, sur les arcades du pont S. Antonio, une gorge étroite à la jonction de cinq ravins; près de là, à Ponte Lupo, les quatre aqueducs se réunissent sur un seul pont, au-dessus d'une gorge encore plus étroite.

« Après Gallicano, les quatre aqueducs contournent le massif volcanique, à la naissance même des ravins de la campagne, évitant ainsi des travaux dispendieux. Ils se dirigent ensuite vers Rome, sur l'étroit plateau compris entre la naissance des affluents de la rive gauche de l'Anio et la Marrana, affluent du Tibre. Ils s'y réunissent à deux autres aqueducs, Tepula et Julia; le passage est parfois si étroit, que tous les aqueducs se réunissent en un seul faisceau. Telle est la Tour Fiscale.

« Le besoin de plus en plus prononcé d'eau à haute pression, obligea les ingénieurs romains à franchir cette plaine sur des arcades de plus en plus élevées. C'est ainsi que l'altitude de Marcia étant devenue insuffisante, Tepula, dix-neuf ans après, fut construit au-dessus, quatre-vingt-douze ans après, Julia s'élevait au-dessus de Tepula. Quatre-vingt-quatre ans

plus tard, les eaux parurent trop basses encore, et les hautes arcades de Claudia, surmontées de celles d'Anio-Novus, s'élevèrent jusqu'à 109 pieds au-dessus de la plaine (32^{m},40). »

Il est difficile d'évaluer la quantité d'eau distribuée journellement dans Rome. On a prétendu qu'elle atteignait 1 500 000 mètres cubes; mais ce chiffre est fort exagéré; Belgrand dit qu'en adoptant le volume de 953 000 mètres cubes, indiqué par les calculs sérieux, on est encore au-dessus de la vérité.

C'était le prince seul qui accordait les concessions privées. Il fallait lui en faire directement la demande. Quand elle était favorablement accueillie, on indiquait au concessionnaire le module à prendre, et l'on veillait à ce que la conduite qu'il établissait eût bien le diamètre voulu. Aucun particulier ne pouvait tirer l'eau des canaux publics; c'était du château d'eau privé, dont l'emplacement avait été originairement fixé par le curateur, que partait la conduite. Frontin fait observer que cette mesure avait été prise, afin que les canaux et tuyaux publics ne fussent pas fréquemment endommagés.

C'est juste le contraire de ce qui se pratique aujourd'hui. Il est absolument interdit à un particulier de prendre l'eau dans un réservoir. C'est sur les conduites publiques que sont branchées les prises d'eau des abonnés. La solidité de la canalisation n'est jamais compromise par ces petites blessures[1].

Le service public était magnifiquement fait. Pline

1. Belgrand. *Les Aqueducs romains.*

Caldarium des thermes de Caracalla.

nous apprend qu'Agrippa, pendant son année d'édilité, construisit 700 lacs, 106 fontaines, 130 châteaux d'eau. Les lacs étaient probablement des fontaines avec bassins ou vasques où la population peu aisée trouvait des lavoirs, des abreuvoirs, etc. Au temps de Frontin, il y avait à Rome 591 pièces d'eau.

Comment ne pas dire un mot des thermes célèbres, dont les Romains faisaient leurs délices? Les premiers furent construits vers l'an 444; ils étaient alors « petits et ténébreux ». Sous les empereurs on leur donna des dimensions gigantesques. Après les avoir alimentés d'eau caduques, on les servit par les dérivations des aqueducs; l'eau Antoniana était une branche détachée de Marcia, pour alimenter les thermes de Caracalla; de même Severiana se détachait de Claudia et était dérivée vers les thermes de Septime Sévère, etc.

D'après Pline, Agrippa fonda 170 établissements gratuits de bains chauds. L'historien ajoute que l'édile eut beaucoup d'imitateurs et que de son temps ces établissements étaient véritablement innombrables.

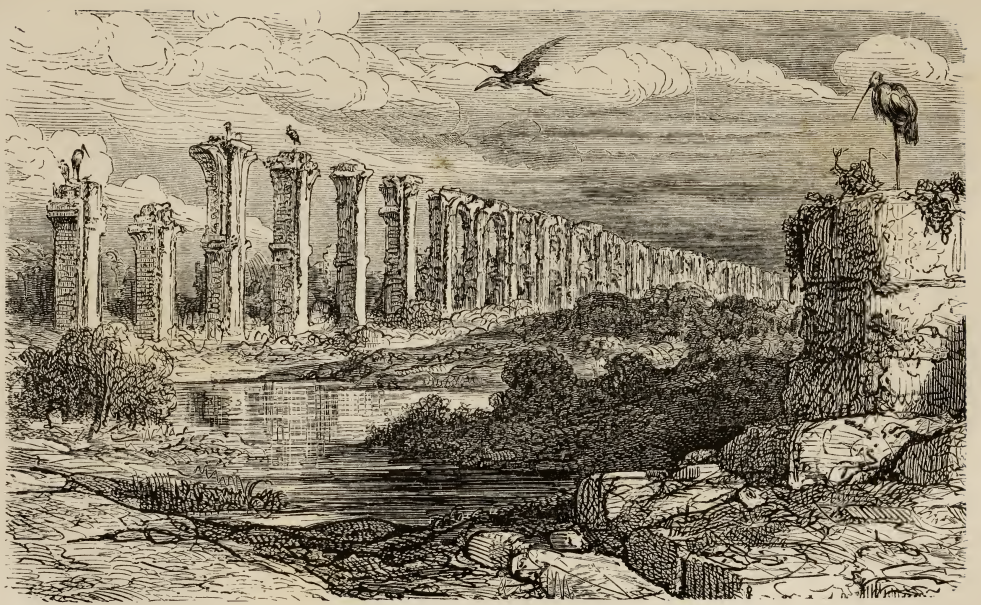
Les thermes les plus considérables étaient ceux de Dioclétien; les ruines des thermes de Caracalla ont conservé l'aspect le plus imposant.

« Les bains, dit M. Léonce Reynaud[1], avaient pris chez les Romains beaucoup plus d'importance qu'ils n'en ont aujourd'hui. Ils étaient plus usuels et par conséquent plus savamment combinés; dans les édifices qui leur étaient consacrés, on trouvait des bains froids, des bains tièdes, des bains chauds, des salles

1. Traité d'architecture.

maintenues à une température moyenne, des étuves fortement chauffées et des pièces où l'on se couvrait d'huiles et de parfums, soit avant, soit après le bain. Il y avait aussi des endroits pour les exercices du corps, et d'autres pour ceux de l'esprit; c'étaient des portiques, des exèdres, des bibliothèques, des galeries, des xystes, des promenades agréablement plantées. Les bains se prenaient ou dans des baignoires, ou dans des bassins assez grands pour qu'on pût y nager, et des sièges de marbre étaient disposés dans l'étuve.

« Les familles opulentes avaient des thermes dans leurs palais. D'autres thermes, plus vastes, formant des édifices spéciaux, étaient ouverts au public moyennant une légère rétribution d'abord, puis gratuitement ensuite, à partir des Antonins. Ces derniers établissements ont fini par prendre un développement prodigieux, dont aucune construction moderne ne saurait donner une idée; tout y était colossal et traité avec le plus grand luxe; de belles mosaïques ou des compartiments de marbres colorés, couvraient le sol; les murs étaient en partie revêtus de grandes dalles de marbre, et en partie ornés de peintures; les immenses voûtes étaient peintes ou dorées; les colonnes, les baignoires, les bassins étaient formés de marbres précieux, de granit, de porphyre ou de basalte, les plus belles statues décoraient les salles, les portiques et les promenades. De tous les monuments de la vie civile des Romains, les thermes étaient ceux pour lesquels on sacrifiait le plus, et c'étaient aussi les plus fréquentés. Il n'y faut pas voir seulement des bains, mais aussi des lieux de réunion; quelque chose d'ana-



Aqueduc de Mérida.

logue au gymnase des Grecs ; les philosophes et les hommes de plaisir, les lettrés et les ignorants, le sénat et le peuple, toutes les classes de la société y trouvaient à occuper leur loisir et à satisfaire leurs goûts. Ces édifices étaient tellement entrés dans les mœurs, qu'ils étaient presque devenus de première nécessité. »

Arrivent les Barbares. Les bains sont abandonnés ; l'utilité des aqueducs est incomprise ; on les laisse tomber en ruine. Seul, un homme de génie, Théodoric, voulant rendre à Rome ses grands jours, songe à lui restituer l'eau, et de ses propres deniers, fait réparer les aqueducs. Mais ceux qui le remplacent dans la ville éternelle n'ont garde de l'imiter. Le dernier aqueduc qui resta debout fut celui de Trajan, et il cessa de porter de l'eau en 549. Jusqu'en 776, Rome fut privée de ses sources. C'est alors que les papes commencèrent les restaurations des aqueducs.

Ce n'est pas seulement en Italie que les Romains ont prodigué les eaux. La plupart des pays qui furent soumis à leur domination gardent des vestiges de leurs aqueducs.

En France, nous en avons plusieurs.

L'Espagne a ceux de Ségovie, de Tarragone, de Mérida. Cette dernière ville, qui est un véritable musée archéologique, possède encore des arches de granit et de briques, s'élevant, sur trois étages, à plus de 80 pieds de hauteur. Les habitants, émerveillés de la grandeur de ces arcades, les ont appelées *les Miracles*[1].

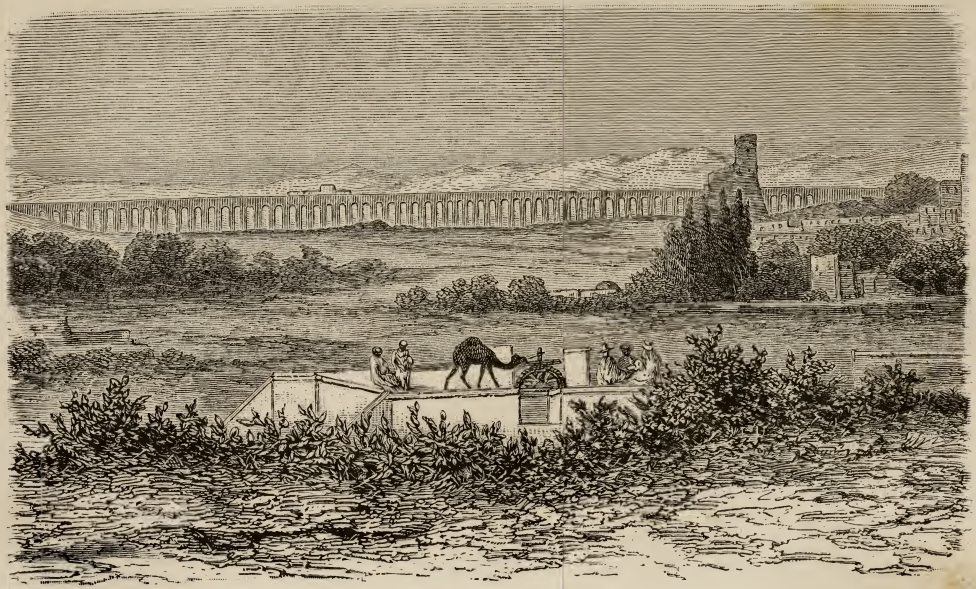
1. *Tour du monde*, 1868 (2e semestre), *Voyage en Espagne*, par Gustave Doré et le baron Ch. Daviller.

L'aqueduc du Bardo à Tunis, est romain et fut construit par Septime Sévere.

Les empereurs qui résidèrent à Constantinople, la dotèrent de plusieurs aqueducs, dont certains sont encore employés aujourd'hui, et d'un grand nombre de citernes. Douze de celles-ci sont restées comme les témoins des gigantesques travaux qui là, comme ailleurs, marquèrent le passage des Romains. L'ancienne *Cisterna basilica*, qui compte trois cent trente-six colonnes, est toujours alimentée par l'aqueduc de Justinien avec l'eau puisée dans les affluents supérieurs de l'Alibey-Sou. Les autres citernes sont abandonnées, et parmi elles la plus belle, œuvre de Constantin le Grand qu'on appelle la citerne des mille et une colonnes (*fin bir direk*). On ne saurait avoir une idée exacte de sa profondeur primitive, car sa partie inférieure est envahie par une couche épaisse de limon. Elle est si parfaitement à sec qu'elle sert de logement et de magasin à des tisserands.

Aujourd'hui Constantinople est alimentée en eau par des *bend*, dépressions naturelles du terrain utilisées comme réservoirs, et dont les issues sont fermées par des digues munies d'écluses, afin de concentrer dans les cavités revêtues de maçonnerie les eaux soit pluviales, soit d'infiltration.

Ces réservoirs, au nombre de neuf, sont situés dans la forêt de Belgrade, à une distance de trois ou quatre heures de Constantinople. Les habitants des villages voisins sont chargés de leur curage et de leur entretien : on les appelle les *sou-Yoldji*, ce qui veut dire les *transmetteurs*, les *fournisseurs d'eau*.



Aqueduc du Bardo à Tunis.

La plupart des *bend* sont l'œuvre des princes ottomans ; ils constituent un excellent système d'approvisionnement. L'eau est conduite dans la ville et dans ses immenses faubourgs par un réseau d'aqueducs. Plusieurs des travaux romains furent utilisés, ainsi que nous venons de le dire, entre autres les aqueducs de Justinien, de Valens et d'Andronicus. Mais on en créa un grand nombre de nouveaux ; Suleiman le Grand éleva ceux qu'on appelle *Usum-Kemer* ou *Longues arcades*, et *Guseldjé Kemer*, ou *belles-arcades* qui, avec l'aqueduc creux ou coudé de Pyrgos conduisent les eaux des cinq bends de Belgrade dans l'intérieur de Constantinople[1]. Les conduits souterrains qui distribuent l'eau dans Constantinople ont leur trajet indiqué au dehors par des piliers pyramidaux nommés *sou terasussi* ou *équilibreurs d'eau*. M. Tchihatcheff pense que ces piliers sans doute d'invention arabe ne sont que les revêtements extérieurs d'appareils destinés à diminuer la pression de plus en plus grande de l'eau sur les conduits souterrains. Ils opèrent, en conséquence, l'interruption de ces conduits dont l'une des extrémités, relevée de manière à laisser tomber l'eau dans l'extrémité opposée, s'élargit en forme d'entonnoir. Par ce moyen, l'eau perd son impulsion initiale et ne conserve que celle qui lui est communiquée par l'inclinaison des plans qu'elle a à parcourir entre les interruptions locales.

Pour Arago ce terme de *soutérazi* désigne un autre appareil. Le *soutérazi* est d'après lui un tuyau

1. Tchihatcheff. *Le Bosphore et Constantinople.*

descendant en maçonnerie, en terre cuite ou en métal, établi le long du penchant d'un coteau et qui traverse ensuite la vallée en se modifiant sur ses différentes inflexions, pour remonter la pente d'un second coteau; de sorte que l'eau qui parcourt ce canal s'élève à très peu près, quand elle a franchi la vallée, de la quantité dont elle était descendue[1].

A Paris, l'histoire de l'eau est aussi intéressante qu'à Rome.

Belgrand, dans son grand ouvrage, les *Travaux souterrains de Paris*, l'a tracée magistralement Elle se trouve liée d'une façon intime à celle des progrès de la ville. Qu'on en juge.

Dans l'origine, l'eau nécessaire aux Parisiens provenait de la Seine, de la Bièvre, et surtout des puits creusés, sans grande dépense, dans les graviers qui tapissent le fond de la vallée. La possibilité d'extraire de l'eau de puits peu profonds a été une des causes du développement de la ville sur la rive droite de la Seine; de ce côté du fleuve elle a facilement franchi l'enceinte de ses premiers remparts et elle s'étendait déjà, sous le règne de Louis XIII, jusqu'à la ligne des grands boulevards, tandis que, sur la rive gauche, elle restait enfermée dans les murs de Philippe-Auguste.

Les quartiers hauts de cette partie de la ville, ce que l'on appelait alors l'Université, souffraient beaucoup de la rareté de l'eau en raison de la grande profondeur des puits. Cette pénurie s'est fait sentir jus-

1. Arago. *Notices scientifiques*, tome III.

Citerne de Mérida.

qu'à l'époque de la reconstruction du viaduc d'Arcueil, par Marie de Médicis. En 1544, Corrozet signalait déjà

Les citernes de Constantinople.

la nécessité de cette reconstruction dans l'intérêt « de la haulte partie de l'Université de Paris qui en a bon mestier ».

Sur toute la rive droite, si l'on ne sort pas des anciennes enceintes de Paris, ou même des faubourgs qui s'y rattachaient, la profondeur des puits ne dépasse que rarement 10 mètres; et souvent elle est comprise entre 4 et 5 mètres.

Sur la rive gauche, dans toute la partie basse occupée par l'ancienne ville, cette profondeur pouvait varier entre 6 et 10 mètres; mais si l'on considère les parties hautes de la rue Saint-Jacques et le plateau occupé autrefois par l'Université, qui s'étend à droite et à gauche de cette rue, on trouve que la nappe d'eau souterraine est à 28 et 30 mètres.

Les puits les moins profonds de Paris sont peu éloignés de la rue Saint-Lazare. La nappe d'eau remonte, sur la rive droite, plus rapidement que le sol, à mesure qu'on s'éloigne de la Seine.

L'eau de ces puits est malheureusement de la plus détestable qualité. Elle est chargée d'une quantité considérable de sels terreux, surtout de sulfate et d'azotate de chaux. Elle contient en outre beaucoup de matières organiques, comme le prouvent les sels azotés en plus grande abondance que dans la plupart des eaux connues[1].

Si la théorie des microbes était bien vraie, la population de Paris aurait été mille fois empoisonnée. Les travaux de M. Boussingault sont absolument convaincants à cet égard.

Les puits des anciens quartiers de Paris, surtout aux abords de l'Hôtel de Ville, renferment une quan-

1. Belgrand. *Les Anciennes eaux.*

tité considérable d'ammoniaque, parce qu'ils recevaient les résidus des fosses non étanches. Si l'on plonge la main dans l'eau de certains puits, et qu'on la laisse sécher, on y reconnaît une odeur trop caractéristique! Ces puits contiennent plus d'azote que l'eau de l'égoût collecteur.

Aujourd'hui, les fosses perméables sont devenues si rares qu'elles sont certainement sans action sur l'eau des puits. L'infection tient à un état ancien, si grave, que malgré les conseils d'hygiène et de salubrité, nous en subissons encore les conséquences.

Belgrand a des pages éloquentes sur l'ordure du sol de Paris.

« C'est seulement, dit-il, à partir du règne de Philippe Auguste que les principales rues de Paris ont été pavées; avant cette époque, la voie publique était couverte d'une couche épaisse de cette boue pâteuse qu'on retrouve encore dans certaines rues non classées de la zone annexée. Les rues les plus mal tenues du plus misérable village ne peuvent donner une idée de l'état d'infection de certaines impasses des quartiers excentriques de la Maison-Blanche et de Clignancourt. L'état de salubrité des rues pavées n'était guère meilleur autrefois. Le ruisseau était au milieu de la chaussée; les voitures y tenaient nécessairement une de leurs roues; le pavage était donc toujours en mauvais état, et une épaisse couche de boue séjournait dans les trous de ce pavage, pénétrait lentement dans le sous-sol et s'infiltrait à droite et à gauche sous les maisons.

« Beaucoup de personnes encore vivantes ont connu

l'ancien état des rues de Paris. Je suis de ce nombre et j'ai vu cette épaisse couche de boue noire à laquelle nos ancêtres donnèrent le nom de *crasse* dans le beau langage et de *gadoue* dans le langage populaire.

« En construisant les égouts nous retrouvons la boue ancienne, souvent sur une épaisseur de plusieurs mètres; j'ai fait rapporter ces épaisseurs sur une carte de Paris, qui a malheureusement été brûlée en 1871 avec mon cabinet. On distinguait facilement les anciennes voies des voies nouvelles, par la hauteur de cette couche de boue.

« La boue de Paris a fortement contribué à l'infection de la nappe d'eau des puits dans les temps anciens, l'habitation des Parisiens reposait alors sur un épais mélange de plâtras et de boue; les matières organiques que contenait ce mélange, réagissaient sur les sels de chaux, et les caves étaient de véritables nitrières exploitées par l'administration de la guerre, qui en lessivait le sol et en tirait une grande quantité d'azotate de chaux qu'elle convertissait en salpêtre (azotate de potasse). L'azotate de chaux, sel très déliquescent, descendait facilement jusqu'à la nappe d'eau des puits.

« Les eaux ménagères, en se perdant dans les puisards et dans les fossés qui remplaçaient les égouts, produisaient un effet analogue. »

Mais ces horreurs sont encore surpassées par celles qui résultent pour Paris du voisinage des cimetières :

Voici ce que dit Delesse :

« Les matières organiques qui proviennent des cimetières anciens ou actuels, tendent surtout à cor-

rompre les eaux des nappes souterraines; il est facile de le constater dans les puits de Paris qui sont en contre-bas du Père-Lachaise. Les eaux sont chargées de matières organiques, exhalant au bout de quelques jours une odeur très marquée, et ma carte hydrologique montre que leur titre hydrotimétrique est très élevé.

« Sur divers points, on a même rencontré de véritables eaux sulfureuses à l'intérieur de Paris, notamment à l'usine de M. Lapostolet, où elles étaient assez abondantes pour que l'Assistance publique eût songé à les utiliser pour l'hôpital Saint-Louis. Il y en avait une source aussi au pont d'Austerlitz. »

C'était probablement l'ancienne voirie de Montfaucon qui avait élaboré ces eaux sulfureuses! Et on les destinait à rendre la santé aux infirmes! Et il se trouve encore des industriels qui songent à les exploiter. Combien est sûr l'instinct des malades qui les emporte vers les eaux lointaines!

« Au Père-Lachaise, dit encore Belgrand, les morts étaient enterrés dans la nappe d'eau des marnes vertes avant les travaux de drainage que j'y exécutai, il y a environ 15 ans », c'est-à-dire vers 1860.

« Voici ce que j'ai vu de mes yeux à cette époque : la fosse commune se remplissait pendant la nuit d'une eau chargée de matières grasses, facilement reconnaissables aux irisations qui couvraient toute la surface du liquide qu'on épuisait pour faire les inhumations du jour. Le sol était donc encore imprégné de matières organiques, qui s'écoulaient vers Paris avec l'eau des marnes vertes.

« Si, malgré toutes les mesures énergiques prises depuis plus d'un demi-siècle par l'administration municipale, les causes d'insalubrité qui altèrent la nappe d'eau des puits persistent encore, qu'on juge de ce que cela devait être au moyen âge, lorsqu'aucune police n'existait. »

Mais, dira-t-on, les Parisiens avaient l'eau de la Seine qui, tout impure qu'elle soit, est loin d'être aussi répugnante que celle des puits.

Il y avait, en effet, des porteurs qui fournissaient leurs abonnés d'eau de Seine. Mais cette eau était chaude en été, trouble en hiver. Pendant la Restauration l'eau servie sur la table du Roi était filtrée — grand luxe — avec des filtres en papier. L'eau de Seine semblait donc moins agréable à boire aux Parisiens ignorants des mystères de leur sous-sol, que celle toujours fraîche et limpide des puits. Il fallait bien admettre que l'eau de puits était impropre à certains usages : à la cuisson des légumes, au savonnage du linge; mais on ne la croyait pas pour cela insalubre. De là les 30 000 puits qui existaient encore à Paris au moment du siège, et dont Belgrand fit nettoyer 20 000, pour qu'on pût y puiser en cas de nécessité urgente.

Quoique mal pourvus d'eau et généralement peu soucieux des soins d'hygiène et de propreté, nos ancêtres avaient le respect de l'eau non contaminée. Ils possédaient, depuis fort longtemps, plusieurs fontaines alimentées par les aqueducs du Pré-Saint-Gervais et de Belleville. C'était, probablement aux religieux de Saint-Lazare qu'on devait le premier. Ils

avaient conduit l'eau d'une source voisine du village du Pré-Saint-Gervais, d'abord au regard de la fontaine du Pré, qui était dans ce village, puis jusqu'à leur prieuré qui occupait l'emplacement actuel de la prison de Saint-Lazare. La conduite était en tuyaux de poterie auxquels plus tard la municipalité de Paris substitua une conduite en plomb.

En 1364, les religieux de Saint-Lazare n'avaient plus sur leurs aqueducs qu'un droit de prise d'eau réglée par un anneau d'argent ou de cuivre, mais conservaient les clefs des *loges* ou *regards* dont l'entretien était cependant à la charge de la ville.

Quant à l'aqueduc de Belleville, on ne connaît ni la date précise de sa construction, ni à plus forte raison le nom de son constructeur. La branche principale est une galerie maçonnée et couverte d'une dalle assez élevée pour qu'on puisse la parcourir sans fatigue. Une inscription remontant au règne de Charles VII, et qui existe encore dans le regard n° 22, dit de la Lanterne, nous apprend qu'en 1457 les prévôts et échevins de Paris reconstruisirent cet ouvrage sur 96 toises de longueur.

Les sources des deux aqueducs sont alimentées par la nappe d'eau des marnes vertes. Le plateau d'où elles jaillissent est compris entre les villages de Pantin et Noisy-le-Sec.

Une multitude de petites sources ruisselaient sans doute autrefois sur la pente des coteaux qui entourent ce plateau. Aujourd'hui elles sont soigneusement captées par les propriétaires du sol ou ont disparu dans les fissures du gypse et les excavations des ex-

ploitations. Les deux aqueducs de la Ville n'en ont jamais pris qu'une bien petite partie.

L'eau du Pré-Saint-Gervais alimentait les fontaines des Halles et des Innocents. Elle a coulé dans la fontaine du Chaudron à l'angle des rues de Lafayette et du Faubourg-Saint-Martin, jusqu'en 1861. En 1868, la conduite a été coupée au fossé des fortifications et l'eau y a été déversée. En 1869, elle a été prolongée jusqu'à l'égout du boulevard Serrurier, où l'eau tombe aujourd'hui.

L'eau de Belleville alimentait autrefois les fontaines publiques situées à l'est de la rue Saint-Denis. La plus ancienne (on la mentionnait déjà comme telle en 1320) est la fontaine Maubuée, qu'on voit encore à quelques mètres du carrefour des rues Saint-Martin et Maubuée. La fontaine Saint-Avoie, qui existe toujours, près du carrefour des rues Saint-Avoie et du Temple, date aussi de longtemps. L'une et l'autre sont à présent alimentées en eau de l'Ourcq.

Le nom de Maubuée (mauvaise lessive) qualifie les eaux de ces aqueducs : elles étaient dures comme de l'eau de puits. Leur inestimable avantage était leur propreté. Aussi étaient-elles fort recherchées. Le Pré-Saint-Gervais alimentait le Louvre et les grands hôtels situés à l'occident de la rue Saint-Martin. Charles V recevait à l'hôtel Saint-Paul, les eaux de la fontaine de Savies, une annexe de l'aqueduc de Belleville. La ville se montrait fort jalouse de ses eaux. François Ier, ce roi absolu, ayant voulu faire obtenir une concession d'eau à l'évêque de Castres, dut traiter dans toutes les formes avec le prévôt des marchands et les échevins

qui lui firent attendre leur réponse trois mois; et qui, au lieu de lui accorder la prise d'eau « de la grosseur d'un poix » qu'il demandait, la réduisirent à « la grosseur d'un grain de vesce ».

On a évalué la moyenne du débit des deux aqueducs à 293 mètres cubes par 24 heures. En 1669, les concessions particulières des deux eaux ne dépensaient pas plus que 3 bornes-fontaines d'aujourd'hui coulant 3 heures par jour.

Mais la rive gauche enviant à la rive droite ses précieux aqueducs, Sully, grand entrepreneur d'améliorations, songea au retablissement d'un aqueduc abandonné depuis huit cents ans. Cet aqueduc c'était celui d'Arcueil, construit par les Romains, pour amener l'eau dans le palais des Thermes, près Lutèce.

Ces grands distributeurs d'eau ne pouvaient, en effet, avoir oublié Paris. L'eau des puits qui n'était pas alors infectée, subvenait aux besoins du ménage, mais non aux bains. Dès le milieu du troisième siècle, ils édifièrent donc l'aqueduc de Chaillot qui conduisait l'eau des sources d'Auteuil dans un grand établissement thermal, occupant peut-être alors l'emplacement du Palais-Royal, déjà déblayé à cette époque ancienne. Puis ils firent, pour le palais de l'Empereur, l'aqueduc d'Arcueil.

Les sources qu'ils captèrent appartiennent au niveau d'eau des marnes vertes de Montmartre. Ces terrains argileux couvrent tout le plateau compris entre les vallées de la Seine, de l'Orge, de l'Yvette et de la Bièvre et affleurent sur les pentes à une assez grande hauteur au-dessus du thalweg des quatre vallées. Les

marnes vertes sont recouvertes par des amas de meulières et forment ainsi un niveau d'eau donnant naissance, sur tout le développement des coteaux, à une multitude de petites sources qui alimentent les villages disséminés au bord du plateau, tels que Vitry, Thiais, Choisy-le-Roi, Orly, Athis, Ablon, Morangis, Chilly, Longjumeau, Palaiseau, Wissous, Rungis, Fresnes, etc.

Les sources choisies par les Romains sur le long périmètre de ce plateau sont : les sources de Rungis, et les sources du coteau connu sous le nom de Long Boyau, qui s'étend de l'Hay à Arcueil; et enfin les sources jaillissant entre Morangis et Chilly, dans une localité dite la *Punition*.

C'était un grand drainage du plateau, entre Morangis, Chilly et Wissous. « Je ne connais, dit Belgrand, aucun travail de ce genre qui puisse lui être comparé, surtout si l'on tient compte des difficultés qui résultaient alors de l'imperfection des engins de nivellement, et de l'absence, dans ces temps anciens, de toute connaissance sur les dispositions géologiques des terrains et celles des nappes d'eau souterraines. L'ingénieur romain a profité, pour faire passer les pierrées et pour dériver les sources du groupe de Chilly, de la seule dépression de terrain qui existe sur le plateau, entre la butte de Massy dont le sommet est à l'altitude 101 mètres et la ligne du tracé de l'aqueduc de la Vanne dont le sol, vis-à-vis Morangis et Wissous se trouve aux altitudes $84^{m},00$ et $84^{m},80$. Lorsqu'on parcourt le plateau sans niveau, cette dépression n'est pas appréciable : entre le pied

de la butte de Massy et l'aqueduc de la Vanne, le terrain paraît absolument plat. Si l'on ajoute à cela que la contrée était alors couverte d'épaisses forêts, on aura une idée assez nette de la difficulté que présentait le tracé de cette partie de l'aqueduc dans ces temps anciens. »

L'aqueduc d'Arcueil a de tout temps préoccupé les archéologues. Voici la description qu'en donne Geoffroy, de l'Académie des sciences, échevin en 1732.

« La direction de ce canal le fait passer par-dessus le mur d'un jardin voisin pour le conduire aux arcades de l'ancien aqueduc d'Arcueil, dont il reste encore des vestiges considérables; on les voit dans la cour d'une maison à laquelle ils servent de clôture; ils peuvent avoir environ 50 pieds de haut, et l'édifice, qui est auprès de l'aqueduc moderne, est construit et lié des mêmes matériaux que le palais des Thermes, dont je vais parler. Le canal qui conduisait les eaux par-dessus cet ancien aqueduc, existe encore en certains endroits; il est à découvert et il paraît qu'il était appliqué sur un lit de carreaux de terre cuite, de même modèle que ceux de la masse du mur, au milieu duquel on voit encore une arcade cintrée de trois cintres. La largeur de cette arcade fait soupçonner qu'il y en avait une autre au-dessous, comme au pont du Gard; car au-dessous du mur où elle est, il y a une retraite qui fait connaître que celui d'en bas était plus épais : mais dans l'endroit où l'on pourrait voir cette arcade inférieure, on a appliqué un bâtiment moderne qui la cache. Les anciens propriétaires de la maison dont je viens de parler, au-

raient bien voulu détruire ces restes antiques; mais ne pouvant le faire de main d'ouvriers, ils demandèrent la permission de les faire sauter en les minant; les ingénieurs qu'on y envoya ayant reconnu que l'effort de la mine pouvait ébranler l'aqueduc moderne, qui n'en est qu'à environ trois ou quatre toises, le roi refusa la permission que demandaient ces propriétaires. Cette maison, au reste, est connue sous le nom de *Fief des Arcs*, qui avec celui d'Anjou, qui en est proche, a appartenu à la maison d'Anjou. René, roi de Sicile, comte de Provence, et duc de Bar et de Lorraine, les donna en 1439 à son frère Charles d'Anjou; depuis, ces fiefs ont passé à divers particuliers. Ces dénominations d'*Arc* et *d'Arcueil*, données au fief et au village, ne peuvent venir que des arcades de l'aqueduc des Romains. »

L'aqueduc débitait en moyenne 2600 mètres cubes en vingt-quatre heures. Cette eau était distribuée, en partie, au moins, dans le palais des Thermes. Ce qui nous reste de cet édifice est précisément l'endroit où se prenaient les bains. Il y a là une salle qui a $21^{m},24$ de longueur, $11^{m},64$ de largeur; et une hauteur sous voûte de $14^{m},52$. On voit dans cette salle un enfoncement de $9^{m},80$ de long et de $4^{m},90$ de large qui était une piscine où l'on prenait le bain froid ou tempéré. L'eau y était conduite, soit par l'aqueduc lui-même, soit par une dérivation. Il y avait un puisard qui servait de décharge à l'aqueduc lorsqu'il n'alimentait pas la piscine, et qui était en communication avec la plus grande salle par un trou garni d'un tuyau de décharge en poterie, toute la

surface de cette salle pouvait donc être couverte d'eau.

Une autre salle, moins bien conservée, car la toiture en est effrondrée, servait au chauffage des chaudières, qu'un aqueduc fournissait d'eau. On voit encore les traces du feu sur les murs. Un certain nombre de baignoires étaient disposées dans les niches des murs, et les esclaves n'avaient que quelques pas à faire pour y porter les amphores d'eau chaude.

Une petite pièce sépare les deux grandes salles : c'était là peut-être qu'on se déshabillait.

La dernière salle, contiguë à la seconde, paraît avoir été l'une des pièces d'habitation du palais.

Le palais des Thermes occupait une grande surface ; on ne connaît pas sa limite du côté du midi ; mais on sait qu'il s'étendait jusqu'à la rivière. « On trouve, dans le Petit-Châtelet, écrivait M. de Caylus en 1756, des attachements de murs antiques auxquels on est conduit, depuis la salle qui subsiste, par des piliers de fondation et des voûtes; on les découvre plus ou moins éloignés les uns des autres et, selon cette direction, dans les caves des maisons qui occupent cet ancien terrain. »

Le service de ces grands bâtiments et des jardins exigeait évidemment beaucoup d'eau. Les Tuileries, avant 1871, dépensaient environ 1730 mètres cubes d'eau ; les Romains, qui gaspillaient beaucoup, devaient employer aux Thermes, la plus grande partie de l'eau de l'aqueduc.

Cependant, comme une importante colonie s'était établie sur la rive gauche, autour du palais de l'empereur, ainsi qu'en témoignent les arènes de Lutèce et

le camp permanent qui occupait l'emplacement du Luxembourg, il est bien probable que l'aqueduc d'Arcueil alimentait des fontaines et des pièces d'eau à l'usage de cette population.

La mort d'Henri IV empêcha Sully de poursuivre ses desseins et fit arrêter les fouilles et les tranchées entreprises pour la reconstruction de l'aqueduc d'Arcueil. Marie de Médicis, dans son intérêt particulier, revint à cette idée. « Cette princesse, dit Bonamy, passionnée pour la belle architecture, avait résolu de bâtir un magnifique palais et, pour cet effet, elle avait acheté l'hôtel du Luxembourg, une ferme appartenant à l'Hôtel-Dieu et plusieurs autres maisons de divers particuliers avec murs clos et jardins; c'est ce qui compose aujourd'hui le palais du Luxembourg, dont les fondements ne furent jetés qu'en 1615, sous la conduite de Jacques de Brosse.... Comme cette maison, éloignée de la rivière, avait absolument besoin d'eau, on pensa à continuer les recherches de M. de Sully. »

L'eau d'Arcueil commença à couler à Paris le 19 mai 1623; mais la captation des sources avait été incomplète. Les sources les plus importantes, celles que les Romains dérivaient de la partie sud du plateau, n'ont été découvertes, par le maréchal d'Effiat, qu'en 1651. Cette découverte donna lieu à de nouveaux travaux, et l'aqueduc put en 1656 conduire au château 84 pouces d'eau au lieu de 50.

Il y avait fort à critiquer dans les dimensions et les détails de construction du nouvel aqueduc. « Pour débiter 1600 mètres cubes d'eau (84 pouces) par

24 heures (et à l'origine on n'avait compté que sur 50 pouces ou 575 mètres) on n'avait pas besoin, dit Belgrand d'un canal de $1^m,80$ de hauteur sous clef et de 1 mètre de largeur : la petite rigole romaine de $0^m,60$ de hauteur et de $0^m,55$ de largeur, recouverte d'un simple dallage, était amplement suffisante ; en outre, on eût pu remplacer le somptueux pont-aqueduc que nous voyons aujourd'hui à Arcueil par de simples arcades en petits matériaux, dont on avait un exemple sous les yeux dans les ruines de l'aqueduc romain. On aurait ainsi économisé les cinq sixièmes de la dépense.

« Mais cela n'entrait pas dans l'esprit de nos pères. Bonamy lui-même considère l'aqueduc d'Arcueil comme l'un des plus beaux monuments du règne de Louis XIII. J'ai publié *in extenso*, comme caractéristique des idées du temps, le récit de la visite de Louis XIII et de la reine mère aux sources de Rungis. Qu'aurait-on montré au roi, si les aqueducs du Grand-Carré avaient été de simples pierrées, et si le regard de prise d'eau n'avait été qu'un puisard en moellons comme ceux des aqueducs modernes? »

Nos pères, qui, pour leurs aqueducs avaient voulu surpasser les Romains, en suivaient ailleurs les traditions. C'est ainsi que tous leurs aqueducs se terminent par un château d'eau, fontaine à triple récipient, destinée à mesurer la distribution de l'eau. L'eau, pendant la nuit, ne s'emmagasinait pas dans un réservoir. Chez les Romains, le débit des aqueducs était si considérable que l'eau pouvait couler continuellement sans nuire au service. Il n'en était pas

ainsi au Pré-Saint-Gervais, à Belleville et à Arcueil. C'est seulement vers la fin du dix-huitième siècle que les frères Périer importèrent en France la distribution avec réservoir qui est aujourd'hui adoptée partout.

Enfin à partir de la seconde moitié du dix-neuvième siècle, Paris n'a plus eu rien à envier à l'ancienne Rome.

En 1854, l'eau consommée par Paris était de 25 350 975 mètres cubes par an.

Vingt ans après, la consommation de cette ville était de 890 053 559 mètres cubes.

C'est qu'on avait exécuté des travaux qui avaient permis de laisser au service public les eaux de la Seine et de l'Ourcq et d'affecter au service privé des eaux très pures, prises au loin, à une altitude assez forte.

Les meilleures eaux potables du bassin de la Seine jaillissent dans la craie blanche de la Champagne. Les plus abondantes sont celles de la Vanne. Dérivées à Paris par le simple effet de la pesanteur, elles atteignent facilement les derniers étages des maisons construites sur des terrains dont l'altitude ne dépasse pas 50 mètres. Pour cela, il suffit que le trop-plein du réservoir soit à l'altitude de 80 mètres. La distribution de ces eaux s'étend sur la plus grande partie des quartiers de la rive gauche. Sur la rive droite, elle atteint toutes les parties de la ville dont le service public est alimenté par l'eau du canal de l'Ourcq, c'est-à-dire celles qui sont situées entre la Seine et une ligne tracée à mi-coteau, à peu près à l'altitude

de 50 mètres. Cette première partie de la distribution porte le nom de service bas.

Mais, sous la simple action de la pesanteur les eaux de la craie blanche de Champagne ne peuvent être distribuées au-dessus de cette altitude de 50 mètres ; et par conséquent elles n'atteignent pas les dix-huitième, dix-neuvième et vingtième arrondissements, c'est-à-dire environ les deux septièmes de la ville. On dut donc recourir à d'autres sources, situées en deçà des limites de la craie blanche, dans les terrains de la Brie, soit au delà de ces limites, dans les terrains oolithiques de la Côte-d'Or.

Il fallait aussi s'assurer s'il existait, pour l'aqueduc à construire, un chemin qui ne s'élevât pas au-dessus d'une ligne en pente uniforme tracée entre les sources et Paris ; que ce chemin fût sur d'assez grande longueur pour que les souterrains n'entraînassent pas à des dépenses inadmissibles ; enfin qu'il ne s'abaissât pas au-dessous de la même ligne sur de telles étendues que la différence du niveau existant entre les sources et Paris fût absorbée par de trop longs siphons.

« En 1855 et en 1865, je reconnus, dit Belgrand, par une étude générale et très attentive du terrain que l'aqueduc de dérivation des sources de la Champagne pouvait suivre deux chemins pour atteindre à Paris l'altitude de 80 mètres. Le premier longeait les coteaux de la rive gauche de l'Yonne, puis traversait les plateaux du pays d'Hurepoix, entre la forêt de Fontainebleau et Paris ; le second suivait les coteaux de la Marne ou de ses affluents, le grand et le petit Morin.

par ce dernier chemin. Les sources de la Champagne Les sources hautes ne pouvaient être dérivées que comprises entre l'Yonne et l'Aube, celles de la Vanne, notamment, ne pouvaient être dérivées que par le premier chemin et devaient déboucher à Paris, dans un réservoir construit sur le plateau de Montrouge. Les sources du reste de la Champagne et les sources hautes de la Brie ne pouvant suivre d'autre route que les coteaux de la vallée de la Marne ou du grand et du petit Morin, arrivaient nécessairement à Paris dans un réservoir construit à l'extrémité de ce long coteau gypsifère qui s'étend de Lagny à Belleville ou à Ménilmontant. L'arrivée des deux aqueducs à construire se trouva ainsi fixée : sur la rive gauche, près de Montrouge et à l'altitude de 80 mètres pour la Vanne ; sur la rive droite entre Bagnolet et Ménilmontant, pour l'autre aqueduc. On reconnut, de plus, que, pour ce dernier, l'altitude d'arrivée ne pouvait dépasser 108 mètres, ce qui ne permettrait de distribuer l'eau aux derniers étages des maisons que dans les parties de la ville dont le sol ne s'élevait pas au-dessus de 80 mètres. Les sommets de la butte Montmartre et des plateaux de Belleville et de Ménilmontant dépassant de beaucoup ce niveau, on se décida à élever, par des machines de relais, la petite distribution d'eau qu'exigeait la situation de ces hauts plateaux, à l'altitude de 134 mètres, dans deux réservoirs construits, l'un dans le cimetière du Télégraphe de Belleville, l'autre, près de l'église de Montmartre, dans la rue Saint-Éleuthère. »

L'aqueduc qui amène les eaux à 108 mètres, dans

le réservoir de Ménilmontant, tire son nom de la plus belle des sources qui l'alimentent, la Dhuis, située sur le territoire de Pargny, canton de Condé (Aisne), dans un lieu dit le Moulin de la Source, et qui jaillissait, avant les travaux de captation, par trois orifices dont le plus bas était à l'altitude de 128 mètres. Une analyse faite par M. Hervé Mangon, membre de l'Institut, prouve que cette excellente eau ne tient pour ainsi dire en dissolution que du carbonate de chaux en petite quantité; les sulfates, les chlorures, et les sels alcalins ne s'y trouvent qu'en proportion insignifiante. Elle jaillit des terrains tertiaires lacustres, situés au dessus des marnes vertes de Montmartre, qui s'étendent sous toute la surface de la Brie; elle fait partie du bassin du Surmelin, qui lui-même tombe dans la Marne un peu en amont de la station de Mézy du chemin de l'Est. Le débit des sources de la Dhuis est de 26 000 mètres cubes par vingt-quatre heures. Celui de l'aqueduc devant être de 30 000 mètres cubes environ, on trouva le reste du volume, 16 000 mètres cubes, dans le débit de plusieurs sources du bassin du Surmelin.

L'aqueduc de la Dhuis a une longueur d'environ 131 kilomètres. Il a coûté 18 millions de francs; il distribue annuellement 7 187 046 mètres cubes; le prix de revient du mètre cube ressort donc à 0 fr. 13.

La Vanne prend sa source dans le département de l'Aube, à Fontvannes, près d'Estissac, à 14 kilomètres de Troyes, au fond d'une vallée crayeuse située entre cette dernière ville et Sens.

La surface du bassin de la Vanne est de 965 kilo-

mètres carrés, dont 665 sont occupés par la craie blanche, et 300 par le limon rouge des plateaux, mêlé de caillous.

Les eaux pluviales ruissellent bien rarement à la surface de ce bassin, et n'arrivent presque jamais jusqu'au thalweg des vallées. La pluie qui tombe sur les terrains crayeux disparaît sur place; l'eau reçue sur les plateaux est drainée par le sous-sol crayeux ou absorbée par le même terrain, lorsqu'elle quitte les plateaux pour ruisseler sur les pentes.

Cette grande perméabilité du sol est favorable à l'alimentation des sources; aussi, quoique le bassin de la Vanne soit une des parties les moins pluvieuses de celui de la Seine, qu'il n'y tombe en moyenne que 601 millimètres de pluie par an, tandis qu'il tombe 2158 millimètres dans le haut Morvan, et 1110 millimètres dans le bas Morvan, cette petite région est une des plus riches en sources, parce qu'elle ne perd pas d'eau par des écoulements superficiels.

Les eaux pluviales descendent bien au-dessous du thalweg de la vallée, dans les fissures de craie, soit jusqu'aux argiles sableuses imperméables du terrain crétacé inférieur, soit jusqu'à une masse de craie blanche compacte dépourvue de fissures ou dont les fissures sont trop étroites pour contenir une grande quantité d'eau.

La surface du sol étant découpée par de nombreuses vallées, la nappe d'eau produite par l'absorption des eaux pluviales ne peut remonter jusqu'à la ligne des plateaux; mais son trop-plein se dirige à travers la masse de la craie, et avec une très forte pente, vers la

vallée la plus profonde, qui forme appel absolument comme un tuyau de drainage; les fissures du terrain perméable au fond de cette vallée sont de véritables cheminées de puits artésiens qui le submergent d'une manière permanente et le convertissent en marais tourbeux.

La nappe d'eau souterraine se relève donc dans le sol perméable, de chaque côté du fond de la vallée principale. Si dans ce relèvement elle atteint le niveau du fond d'une vallée moins profonde, elle y produit une sorte de source qui, en Champagne, porte le nom de Bime (abîme).

La ville de Paris possède onze sources, réparties en *sources hautes* et en *sources basses;* les premières sont dérivées aux réservoirs de Montrouge par la simple action de la gravité; les autres sont relevées au niveau du plan d'eau de l'aqueduc par trois usines dont les pompes sont mises en mouvement par l'eau surabondante de la Vanne.

Les eaux des sources de la Vanne ne contiennent, pour ainsi dire, que du carbonate de chaux, dans la proportion de 17 à 20 centigrammes par litre : excellente proportion, puisque, selon Dumas une dose de 15 à 20 centigrammes de carbonate de chaux est indispensable pour que l'eau soit parfaitement salubre.

Aussi les eaux du granit, du grès des Vosges et des sables de Fontainebleau, qui sont chimiquement plus pures, sont-elles beaucoup moins agréables à boire que celles des sources de la Vanne.

Fraîches aux sources, les eaux arrivent fraîches à Paris : leur température n'est jamais supérieure à

quatorze degrés, ni, par les plus grands froids, inférieure à huit degrés. Quant à leur limpidité, elle est admirable : quelle que soit la profondeur des bassins on en voit toujours le fond et l'on y distingue les moindres objets.

L'aqueduc de la Vanne est un des plus beaux qui aient jamais été faits. Il a une longueur de 173 kilomètres. L'aqueduc collecteur part des sources d'Armentières et suit la rive gauche de la Vanne jusqu'à un point situé un peu en amont du village de Chigy, où il traverse en si on le marais de la Vanne. Les souterrains et tranchées sont ouverts dans la craie ou dans les terrains de ransport : limon, arène et cailloux provenant souvent de la craie.

L'aqueduc principal fait suite à l'aqueduc collecteur. Il passe sans discontinuité des coteaux de la rive droite de la Vanne à ceux de la rive droite de la vallée de l'Yonne, jusqu'au grand siphon de cette dernière vallée dont la longueur développée est de 3757 mètres; sa flèche est de 40 mètres. Il est soutenu au-dessus des eaux des crues de l'Yonne par un pont-aqueduc de 1493 mètres de longueur, composé de 162 arches.

Les travaux, commencés en 1867, furent terminés en 1876; ils entraînèrent une dépense de trente-neuf millions. 36 500 000 mètres cubes étant amenés annuellement à Paris, le prix du mètre cube d'eau de la Vanne est, par conséquent, de 0 fr. 0608.

CHAPITRE IV

LES FONTAINES ET LES NAPPES D'EAU

Les fontaines sont les sources les plus communes et les plus simples : de l'eau qui sort de terre, entre les pierres ou les touffes d'herbe et qui alimente un petit ruisseau limpide. Tout le monde connaît des fontaines ; chacun s'y est arrêté pendant les chaleurs de l'été, à l'ombre de quelque grand arbre, et a cherché à se rendre compte des conditions qui en déterminent la sortie. Les paysans, qui savent mieux que personne la valeur des sources, ont souvent à leur égard des idées fort exactes.

L'origine des fontaines est multiple et diverse, dépendant des lieux et des circonstances. Pour les cas les plus ordinaires, il s'agit simplement de l'affleurement d'une roche perméable imprégnée d'eau reposant sur une assise étanche. Aux environs de Paris, dès qu'on s'élève sur les flancs des coteaux jusqu'au point où la pente recouvre les lits horizontaux des marnes vertes dont la formation de pierre à plâtre est constamment couronnée, et par-dessus lesquelles sont accumulés les sables fins dits de Fontainebleau, on rencontre des sources vives à chaque pas. La végéta-

tion de saules, de peupliers et d'autres plantes aimables qui s'y pressent, la facilité d'y dessiner des jardins pittoresque et bien arrosés, ont déterminé à ce contact le développement d'un véritable *horizon de maisons de campagnes* qui le rend reconnaissable de bien loin. Les points les plus appréciés de Bellevue, de Louveciennes, de Chevreuse lui appartiennent expressément.

Les localités où des faits du même genre sont manifestes pourraient se compter par milliers. Un des plus nets, qu'il nous a été donné de voir par nous-même et qui laissera une vive impression à tout le monde, se développe au cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais) le long de l'escarpement de la falaise. Celle-ci, constituée par différentes assises de terrains crétacés présente, sur une longue étendue, le contact de couches supérieures fissurées et poreuses avec des couches sous-jacentes marneuses tout à fait imperméables aux eaux. Il en résulte, à cause de la légère inclinaison des couches vers la mer, qu'il s'écoule constamment de la ligne suivant laquelle la falaise coupe le contact une chute d'eau douce et limpide.

Celle-ci nous permet de prendre sur le fait une *nappe* d'eau pendant son parcours souterrain inopinément interrompu. On voit que, malgré l'opinion vulgaire et bien naturelle, il ne s'agit aucunement d'une couche d'eau pincée entre deux couches de roches, mais simplement d'une assise rocheuse perméable et imprégnée d'eau : l'écoulement est dû à l'inclinaison de la couche imperméable sous-jacente, et d'ordinaire il n'est pas rapide, ayant lieu dans les espaces presque

capillaires que l'assise mouillée laisse entre ses grains.

Un autre cas fort analogue au précédent s'est présenté à nous lors d'une excursion récente à Port-en-Bessin (Calvados). Une nappe d'eau, alimentée sans doute en grande partie par la Dromme et l'Aure, qui se perdent dans le sol auprès de Maisons, vient émerger sous la falaise, en un point que la mer recouvre à chaque marée. C'est un spectacle surprenant que de voir les blanchisseuses venir, dès que le niveau de la mer est suffisamment abaissé, laver leur linge au fond du port.

On peut quelquefois apprécier l'écoulement des nappes d'eau souterraines par les objets qu'elles charrient et rejettent au jour. Sans nous arrêter au cas douteux raconté par Pierre Perrault[1], d'une tasse à boire qui serait sortie par une fontaine des îles Strophades après être tombée dans un gouffre de la Morée et avoir été entraînée par la nappe jusque dans l'île par-dessous la mer, nous mentionnerons les graines chariées par les eaux des puits forés de Tours et qui proviennent des points de la superficie où la pluie alimente les assises perméables.

Cette origine des sources ordinaires, dont nous retrouvons une foule d'exemples en des situations très diverses, a été sentie dès le seizième siècle par plusieurs bons esprits, en tête desquels Bernard Palissy mérite d'être cité avec honneur.

« Quand i'ay eu bien long-temps et de près consi-

1. *Origine des fontaines.*

déré la cause des sources des fontaines naturelles, et le lieu de là où elles pouuoyent sortir, enfin i'ay connou directement, dit-il, qu'elles ne procedoyent et n'estoyent engendrées sinon des pluyes. Voilà qui m'a meu d'entreprendre de faire des recueils des pluyes, à l'imitation et le plus près approchant de la nature, qu'il me sera possible ; et en ensuyuant le formulaire du souuerain fontainier, ie me tiens tout asseuré que ie pourray faire des fontaines desquelles l'eau sera autant bonne, pure et nette, que de celles qui sont naturelles. »

L'illustre auteur des figulines, précise même le sujet en des termes tels qu'il n'y aurait rien à y changer, sauf la forme, pour en faire une exposition moderne :

« Et les dites eaux tombantes sur les dites montaignes au travers des terres et fentes, descendent tousiours, et n'ont aucun arrest iusques à ce qu'elles ayent trouué quelque lieu formé de pierre ou rochier bien contigu ou condensé ; et lorsqu'elles se reposent sur un tel fond, et ayant trouué quelque canal ou autre ouverture, elles sortent en fontaines ou en ruisseaux et fleuues selon que l'ouuerture et les réceptacles sont grands : et d'autant qu'une telle source ne se peut ietter (contre sa nature) aux montaignes, elle descend aux vallées. Et combien que les commencements des dites sources venant des montaignes ne soyent gueres grands, il leur vient du secours de toutes parts, pour les agrandir et augmenter ; et singulièrement des terres et montaignes qui sont à dextre et à senestre du cours des dites sources. Voilà en peu de paroles la

cause des sources, des fontaines, fleuues et ruisseaux; et ne te faut chercher nulle autre raison que celle-là. »

« Venons à présent, dit-il plus loin, à la cause pourquoy il y a aussi bien des sources ès plats pays et campagnes comme ès montaignes. Tu dois entendre que si toute la terre étoit sableuse, deliée ou spongieuse comme les terres labourables, l'on ne trouueroit iamais sources ny fontaines en quelque lieu que ce fust. Car les eaux des pluyes qui tomberoyent sur lesdites terres, s'en iroyent tousiours en bas iusques au centre, et ne se pourroyent iamais arrester pour faire puits ny fontaines. La cause donc pourquoy les eaux se trouuent tant ès sources qu'ès puits, n'est autre qu'elles ont trouué un fond de pierre ou de terre argileuse, laquelle peut tenir l'eau autant bien comme la pierre ; et si quelqu'un cherche de l'eau dedans des terres sableuses, il n'en trouuera jamais, si ce n'est qu'il y ait au-dessous de l'eau quelque terre argileuse, pierre ou ardoise, ou minéral, qui retiennent les eaux des pluyes quand elles auront passé au trauers des terres. Tu me pourras mettre en auant que tu as ueu plusieurs sources sortant des terres sableuses, uoire dedans les sables mesmes : à quoy ie répons, comme dessus, qu'il y a dessous quelque fond de pierre, et que si la source monte plus haut que les sables, elle uient aussi de plus haut : et ne t'abuses point en ta seule opinion, car tu ne trouuera iamais raisons plus certaines que celles que ie t'ay mises en plusieurs endroits de ce discours. »

Il faut d'ailleurs ajouter que cette origine, si clairement et si exactement expliquée par les nappes d'eau, ne s'arrête pas aux régions superficielles du sol : des niveaux d'eau peuvent se rencontrer à toutes les profondeurs. Ils constituent même un des principaux obstacles que l'exploitation de mines ait à vaincre.

Dans la plupart des cas, le volume de liquide formé par les couches aquifères dont il s'agit est assez grand pour que le jeu incessant de machines d'exhaure soit absolument nécessaire. Un arrêt de quelques heures dans les pompes, c'est l'inondation de la mine.

Dans le département du Nord, par exemple, le terrain crétacé superposé aux couches houillères comprend plusieurs niveaux d'eau dont l'un est assez important pour avoir mérité le nom de *torrent d'Anzin*. A chaque fonçage de puits il faut un outillage spécial pour que la traversée du torrent soit réalisable, et les dangers du travail ne sont égalés que par les dépenses qu'il entraîne.

L'importance de l'exploitation charbonnière a conduit à étudier le torrent d'Anzin avec une véritable minutie. On sait la composition de ses eaux chargées de sel et qu'on n'est pas très éloigné de considérer comme un vieux reste d'un océan géologique. On sait aussi qu'il manque d'écoulement; sa profondeur, variable de 2 à 14 mètres (en moyenne 9), a été notée en chaque point, et des cartes souterraines expriment tous les détails de son contour. Depuis de très longues années on s'est attaché à l'épuiser, et malgré la grandeur de la tâche, il est vraisemblable qu'on y parviendra; en 1845, la surface de cette mer sou-

terraine était de $24^{kq},374$; aujourd'hui elle s'est progressivement réduite à $13^{kq},226$. On extrait 206 000 mètres cubes d'eau par an[1].

1. D'Ormoy. *Topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes*, p. 117.

CHAPITRE V

LES SOURCES VAUCLUSIENNES

On a donné le nom de vauclusiennes à des sources présentant les mêmes caractères généraux et la même origine que celle d'où jaillit la Sorgue, non loin d'Avignon. La fontaine de Vaucluse, peut-être la plus belle de France, est célèbre depuis six cents ans. Pétrarque, l'ayant vue étant encore enfant, en conserva un tel souvenir qu'il y revint plus tard pour y vivre. Il s'installa dans une petite maison, au pied du roc qui supporte les ruines d'un château appartenant alors à l'évêque de Cavaillon, le cardinal Philippe de Cabassole, qui mérita de devenir son ami. C'est dans cette retraite qu'il composa ses rimes.

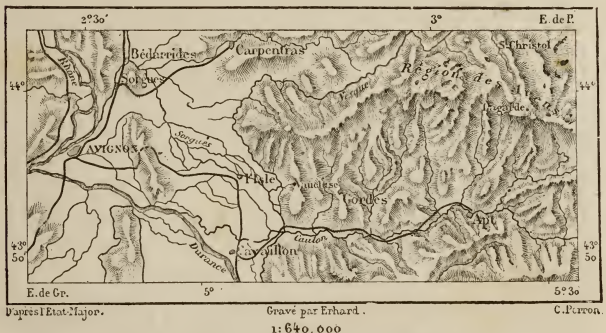
« Chanson, si quelqu'un voulait savoir ce que je fais, tu peux dire : il habite sous un grand rocher. dans une vallée close, d'où sort la Sorgue. . .

. . . . . .

« Non, le Tessin, le Pò, le Var, l'Arno, l'Adige, le Tibre, l'Euphrate, le Tigre, le Nil. l'Hermus, l'Indus et le Gange, le Tanaüs, l'Istrée, l'Alphée, la Garonne et la mer qui l'entoure, le Rhône, l'Ebre, le Rhin, la Seine, l'Albia, l'Ero, l'Ebre ;

« Non, le lierre, le sapin, le hêtre ou le genévrier, ne pourraient apaiser le feu qui consume mon triste cœur, comme le beau ruisseau qui pleure sans cesse avec moi, comme l'arbuste que je célèbre et que je pare dans mes rimes. »

La rivière, sortie de la fontaine, gardait alors toute sa pureté sauvage. Tout au plus les habitants du village fouillaient-ils ses eaux pour leur prendre les



Vaucluse.

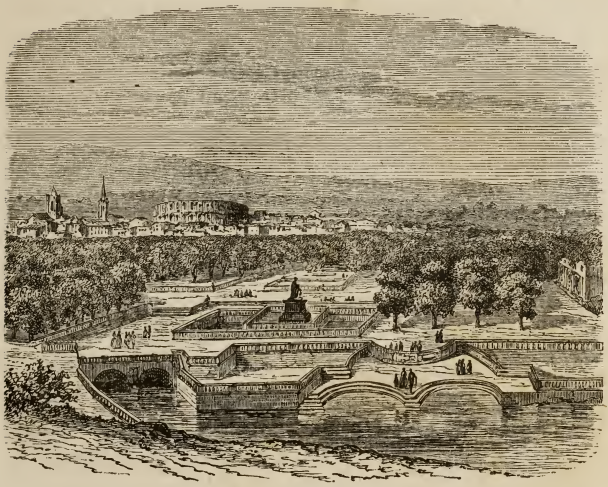
truites et les écrevisses renommées que les touristes apprécient encore. Mais aujourd'hui la Sorgue travaille; plusieurs usines lui demandent de mettre en mouvement leurs machines, de laver leurs produits. C'est d'abord ce que l'on aperçoit lorsque avec des idées recueillies, on vient pour faire le pèlerinage de la source. On est bien un peu désappointé. Cependant on admire l'abondance du flot qui, à peine sorti de terre, est déjà une belle rivière aux eaux calmes

reflétant le ciel entre deux interminables rangées de platanes.

On dépasse les fabriques, que l'on oublie, et par un petit sentier on suit la rive. Le lit de la Sorgue est maintenant un chaos de gros blocs; l'eau s'éparpille entre les pierres ou cascade avec bruit. Le site est fort sauvage. On est bien dans le *Val Clos*. Des murailles de 200 mètres, ardentes sous le soleil, s'étendent en cirque autour de la rivière. On devine qu'on arrive à ce qu'on appelle dans les Alpes un *Bout du monde*, et qu'il n'y a, pour le retour, d'autre chemin que celui de l'aller. La végétation du Midi, assez maigre, vient prendre sur les pierres un peu de terre. Quelques figuiers, quelques oliviers, des herbes roussies qui sentent bon. Tout à coup, la Sorgue disparaît de son lit; les pierres sont sèches; des broussailles y poussent. C'est que les eaux sont basses et qu'à force de monter, on s'est élevé au-dessus de leur niveau actuel. Enfin, voici tout proche le grand mur du fond : déjà l'on aperçoit, creusée dans ses flancs une voûte à laquelle on prête des aspects religieux : c'est la grotte de la source. Elle est profonde et mystérieuse; l'eau verte, limpide, n'y tient que peu de place; pour la voir de plus près, on commence à descendre la pente roide de la caverne. La pureté de l'eau est telle qu'on peut distinguer le conduit par où elle s'échappe des profondeurs. Il est étroit. Cependant, on l'a exploré en scaphandre, mais sans en trouver le fond.

En de certains endroits on a le sentiment très-vif que la terre est bien, comme l'ont dit les anciens « la

mère des hommes ». Cette eau qui pendant si longtemps a cheminé dans les détours ténébreux de ses entrailles nous devient chère. On comprend les poètes qui ont personnifié ces choses, d'où découlent la richesse et la vie; on comprend aussi les téméraires



Fontaine de Nîmes.

qui, par des chemins périlleux, ont tenté de pénétrer dans les vastes laboratoires de la Nature.

Les ondes fécondes de la Sorgue semblent plus précieuses encore par le contraste de l'aridité qui règne aux plateaux dominants la vallée. Ils ne gardent rien pour eux des pluies, dont les trésors viennent s'engouffrer dans la source. Ils sont sillonnés *d'avens*

ou *tindouls* où les pierres jetées pour en mesurer la profondeur retentissent longtemps avec fracas. Quand il pleut, les eaux y disparaissent bruyamment. Souvent les orages donnent lieu à l'ouverture de nouveaux avens.

Le flot de la fontaine peut atteindre, en temps de crue, le volume de 120 mètres cubes par seconde. Il s'élève d'abord lentement du fond de l'abîme; mais, parvenu au seuil du rocher qui lui sert de déversoir, et où il trouve un lit incliné de 15 centimètres par mètre, il prend une vitesse vertigineuse, se brisant furieusement contre les rochers, couvrant ses rives d'une poussière humide, emplissant le *Val Clos* d'un bruit de tempête. Une fois dans la région des usines, la rivière, quoique si grosse, reprend son calme pour irriguer 2000 hectares de terres, avant de se jetter dans le Rhône. Le débit minimum de la fontaine est de 5 mètres 1/2 par seconde, et en étiage ordinaire de 8 mètres. Sa température est de 12 à 14 degrés.

Comme la fontaine de Vaucluse, la fontaine de Nîmes, doit son origine aux pluies, dont les eaux lui sont venues à travers les couches calcaires d'une colline de 70 mètres de hauteur, sur laquelle se dresse la tour Magne. Ces eaux alimentaient, pour les Romains, des bains publics dont les ruines ont été recouvertes, sous Louis XIV, par des bassins dans le goût de Versailles. Les restes du temple de Diane se voient encore à gauche du grand bassin. La fontaine de Nîmes décore une des plus jolies promenades de la ville.

Dans une toute autre région, le Lizon et le Sarrasin sortent des rochers placés au fond d'une gorge au sud-est de Salins. Comme ils se troublent et croissent en même temps, on en a conclu que leurs réservoirs sont en communication malgré la différence du niveau des points d'émission. Pendant les basses eaux, on peut pénétrer dans la grotte majestueuse du Lizon.

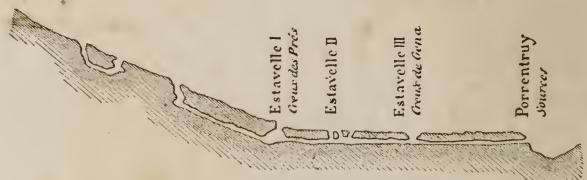
Voici comment cette source est alimentée : les ruisseaux du Crouzet, de Migette, ainsi que les eaux du marais de Villeneuve (Doubs), se précipitent dans l'entonnoir dit le *Puits-Billard*, situé en arrière et au-dessus des rochers de la source du Lizon. Dans les grandes crues, l'ensemble devient un torrent furieux tombant de plus de 100 mètres de hauteur : le *Puits-Billard*, pourtant le reçoit en entier et le conduit à la source par un canal intérieur de 400 mètres de longueur[1].

La fontaine de Sirod, qu'on a appelée Torrent-Perpétuel, parce qu'elle fournit toute l'année une quantité d'eau égale, est un vaste puits naturel, ressemblant à un cône renversé, de 23 mètres de large, duquel l'eau s'élève en masse. Cette fontaine est à 7 mètres au-dessus de l'Ain, et à peu de distance de ses bords.

La source de l'Ain, non loin du bourg de Sirod, lance en bouillonnant, hors de son orifice elliptique et profond, une si grande masse d'eau, que la rivière pourrait être flottable dès sa naissance, sans les rochers qui embarrassent son lit.

1. Fournet. *Hydrographie souterraine.*

« La mare du *Grand-Saz*, sur le territoire de Servin (Doubs), est un abîme à peu près circulaire, d'environ 300 mètres de circonférence, bordé de rochers et sans fond connu. Les cadavres des personnes qui s'y sont noyées n'ont jamais reparu, et les plongeurs descendus dans ce gouffre en sont revenus assurant qu'il y avait du danger à s'engager dans ses anfractuosités latérales. Cette mare est d'ailleurs dépourvue de tout écoulement visible, tant vers le haut que vers le bas. Par contre, elle est sujette à des crues



Estavelles de Porrentruy

subites d'environ $0^{m},33$, que ses eaux ne dépassent point. Un équilibre temporaire s'établissant alors, il faut croire que l'augmentation de la pression force le liquide à fuir par quelques crevasses, trop minimes pour donner naissance à un jet quelconque. Au surplus, cette espèce de lac est encore remarquable par la présence d'un amas de tourbe couvert d'herbes, de joncs, de quelques saules et sur lequel on peut s'aventurer. C'est donc une véritable île flottante sujette à se déplacer au gré des vents, comme d'autres productions du même genre qui existaient autrefois sur les marécages de Clairmarais, près de Saint-Omer,

et comme celles dont on signale également la présence dans le Mexique[1]. »

Le *Creux-Gena*, près de Porrentruy, découle du pied d'un rocher découpé en demi-cercle, contre lequel, en temps normal, son eau est contenue par un bourrelet de gravier dont le bord est à peu près au niveau des prairies voisines. A la fonte des neiges, au printemps, et dans toute autre saison, quand il survient des pluies de huit, dix ou quinze jours, il déborde, pendant deux ou trois jours en donnant souvent naissance à une rivière flottable, dont le lit est marqué dans la prairie, bien qu'il soit tapissé de verdure. L'invasion brusque des eaux expulsant l'air des canaux donne lieu à un bruit rauque et prolongé qui fait dire aux habitants que *Creux-Gena* beugle. Dans les autres moments, on ne voit qu'un peu d'eau stagnante dans son entonnoir de 13 mètres de diamètre sur 12 mètres de profondeur, et dans lequel il est très facile de descendre[1]. Il paraît que *Creux-Gena* veut dire le *Creux-du-Génie* ou le *Creux-du-Sorcier*, parce que cette source aux débordements foudroyants paraissait merveilleuse à nos ancêtres[2].

On pourrait citer des sources vauclusiennes dans toutes les parties du monde. Le duc de Luynes, lors de son voyage d'exploration à la mer Morte, en visita une fort belle, qui donne naissance à un affluent du Lycus. Parti le matin de Beyrouth, l'explorateur

Fournet. *Hydrographie souterraine.*
Fournet. *Hydrographie sonterraine.*

arriva au bord de la rivière, où il trouva les restes d'une usine, et se rendit à la grotte. La ressemblance est frappante, avec la fontaine de Vaucluse dit-il, avec cette différence qu'au lieu de surgir du fond de la vallée et dans la ligne de son axe, la source sort des rochers de la rive droite et se précipite dans le lit du torrent, qui descend en serpentant dans une gorge boisée et rocailleuse. Les montagnes sont calcaires, d'une matière compacte en général, rude au toucher, grise d'aspect, pénétrée de fossiles, principalement de natices. La source que nous avions devant nous s'élance d'une caverne d'environ 2 mètres de hauteur, peu profonde, colorée en jaunâtre et où la lumière pénètre faiblement. Les eaux, d'un vert glauque, émergent du fond, impétueusement et à grand bruit : leur chute dans le lit du torrent voisin est de 2 à 3 mètres. »

Les sources du Jourdain, vauclusiennes également, sont au nombre de trois : celle de Tell el Kady, située à la naissance de la vallée même du Jourdain, à 185 mètres au-dessous de la Méditerranée; celle de Banias, qui en est très rapprochée, mais déjà dans la montagne, à une altitude de 383 mètres, et celle de Wady Hasbany, qui est à six heures dans le nord des deux premières; elle sort d'un point de l'Anti-Liban situé à 563 mètres au-dessus de la Méditerranée.

La vallée de Hasbany, est d'une fraîcheur délicieuse, et le site de la source est charmant, avec son entourage de lauriers-roses, d'oliviers, de platanes. Banias, village musulman, a toutes ses maisons

surmontées d'une cabane de feuillage qui sert de demeure l'été. Les sources, très abondantes, sortent du rocher, au-dessous d'une grotte et sans chute[1].

1. Duc de Luynes. *Voyage d'exploration à la mer Morte, à Petra et sur la rive gauche du Jourdain.* (Œuvre posthume.)

CHAPITRE VI

LES SOURCES DES CAVERNES

Il est impossible de ne pas faire une catégorie à part pour les sources, parfois très volumineuses et d'ordinaire en forme de lacs, qu'on rencontre en pénétrant dans les cavernes.

Quoique bien différentes à première vue des sources ordinaires, elles s'y rattachent cependant d'une façon intime. On en trouve dans les régions les plus diverses de la terre; nous nous bornerons à un très petit nombre d'exemples.

A 12 kilomètres au sud-est des grottes d'Adelsberg en Carniole, se trouve le remarquable lac de Zirknitz ou Jessero, si curieux pour sa faune aveugle, et dont Arago[1] a donné la description :

« Ce lac a environ deux lieues de long sur une lieue de large. Vers le milieu de l'été, si la saison est sèche, son niveau baisse rapidement, et en peu de semaines, il est complètement à sec. Alors on aperçoit distinctement les ouvertures par lesquelles les eaux se sont retirées sous le sol, ici verticalement, ailleurs dans

1. *Notices scientifiques*, tome III.

une direction latérale, vers les cavernes dont se trouvent criblées les montagnes environnantes. Immédiatement après la retraite des eaux, toute l'étendue de terrain qu'elles couvraient est mise en culture, et au bout d'une couple de mois, les paysans fauchent du foin là où quelque temps auparavant ils pêchaient des tanches et des brochets. Vers la fin de l'automne, après

Carte des environs d'Adelsberg.

les pluies de cette saison, les eaux reviennent par les mêmes canaux naturels qui leur avaient ouvert un passage au moment de leur disparition. L'ordre que je viens d'assigner aux inondations et à la retraite des eaux est l'ordre moyen ou normal. Les irrégularités atmosphériques le troublent souvent. Il suffit même quelquefois d'une abondante pluie d'orage sur les monta-

gnes dont Zirknitz est entouré, pour que le lac souterrain déborde et aille, pendant plusieurs heures couvrir de ses eaux le terrain supérieur. On a re-

GROTTE D'ADELSBERG

Grottes de la Carniole.

marqué parmi ces diverses ouvertures du sol des différences singulières : les unes fournissent seulement de l'eau, d'autres donnent passage à de l'eau et à des

poissons plus ou moins gros; il en est d'une troisième espèce par lesquelles il sort d'abord quelques canards du lac souterrain. Ces canards, au moment où le flux liquide les fait pour ainsi dire jaillir à la surface de la terre, nagent bien. Ils sont complètement aveugles et presque entièrement nus. La faculté de voir leur vient en peu de temps, mais ce n'est guère qu'au bout de deux ou trois semaines que leurs plumes, toutes noires excepté sur la tête, ont assez poussé pour qu'ils puissent s'envoler. Valvasor visita le lac de Zirknitz en 1687. Il y prit lui-même un grand nombre de ces canards, et des anguilles (*Mustela fluviatilis*) qui pesaient de 1 à 2 kilogrammes; des tanches de 3 à 4 kilogrammes; enfin des brochets de 10, de 15 et même de 20 kilogrammes.

« Ces différences dans les *produits*, qu'on me passe l'expression, des diverses ouvertures du lac de Zirknitz, ne sont pas aussi difficiles à expliquer qu'on le croit au premier aperçu. Un tuyau ou canal creusé dans le sol, dont la bouche inférieure descendra au-dessous de la surface du lac souterrain, ne pourra, à l'époque de l'exhaussement dans le niveau du liquide, rien amener au jour de ce qui se trouvera plus élevé que cette bouche. Les canards nagent à la surface de l'eau; toute issue par le canal plongeant en question, leur est interdite. Si, au contraire, le bout inférieur du tuyau s'ouvre dans l'air, c'est-à-dire au-dessus de la surface du lac, il doit paraître tout simple que les canards souterrains s'y réfugient quand le niveau de l'eau s'élève, et qu'à la longue le liquide les pousse jusqu'à la surface. On explique ensuite très simplement

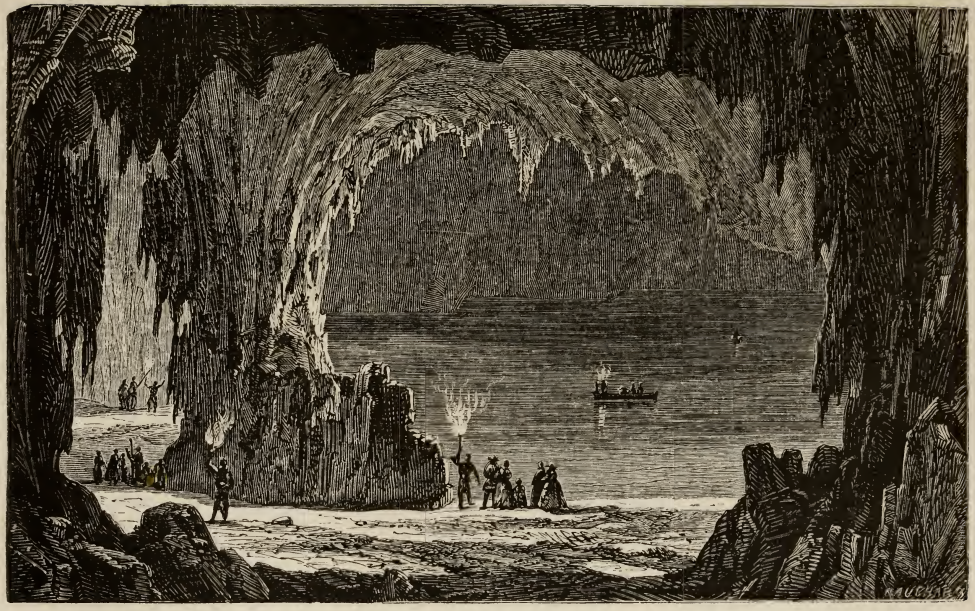
pourquoi certaines ouvertures ne donnent jamais de poisson en remarquant qu'un canal peut être très large dans le haut et se terminer à l'autre bout par de petits trous ou d'étroites fissures. »

En Amérique, Alexandre de Humboldt a décrit la caverne de Guacharo, dans la vallée de Caripe. Elle a pour entrée une voûte de 23 mètres et demi de large, percée dans la face d'un rocher à pic. Les Indiens gardent jalousement cet antre et n'ont pas permis au voyageur d'aller au delà de 800 mètres, comptés à partir de l'ouverture. Une rivière large de 10 mètres sort des profondeurs à une place inconnue.

Mais l'exemple le plus net nous est fourni par les États-Unis.

Les Alléghanies centrales sont des montagnes calcaires où l'eau se perd et circule dans des gouffres grandioses. Là les cavernes ont de bien autres dimensions que dans la Carniole. *Mammouth Cave*, dans le Kentucky a 226 avenues, 11 lacs, 7 rivières, 8 cataractes, 32 puits dont quelques-uns sont des abîmes. Les replis de ce labyrinthe font une longueur de 240 kilomètres. Les eaux noires qui portent des noms significatifs, Styx, Cocyte, mer Morte ont des poissons aveugles. Quand il y a de grandes pluies, elles montent, et quelquefois emplissent leurs couloirs jusqu'aux voûtes. Elles vont par des conduits inconnus grossir *Green River*, dont le bassin contourne la montagne où sont situées les grottes.

La mer Morte communique avec le Styx, que les visiteurs parcourent en bateau. « La lueur des torches,



Grottes du Mammouth.

dit l'un de ces touristes[1], reflétée par l'eau, produit dans la nuit un effet impossible à décrire : ce sont des jeux de lumières, des contrastes d'ombre si saisissants, au milieu de ces formes étranges qui vous environnent, qu'aucun pinceau ne saurait les rendre. Nous fûmes frappés de la sonorité causée par les vibrations successives de mille échos qui se produisent au centre du lac, sonorité telle que nous entendions distinctement un bruit de paroles et le clapotement des avirons d'une autre barque, naviguant sur les mêmes eaux, quoiqu'elle fût à plus de cinq cents pas de nous, d'après ce que nous assura le guide. Au milieu du Styx se trouve un fort remous qui fit tourner brusquement trois ou quatre fois notre embarcation sur elle-même : il y a là un gouffre naturel où une partie des eaux va disparaître. »

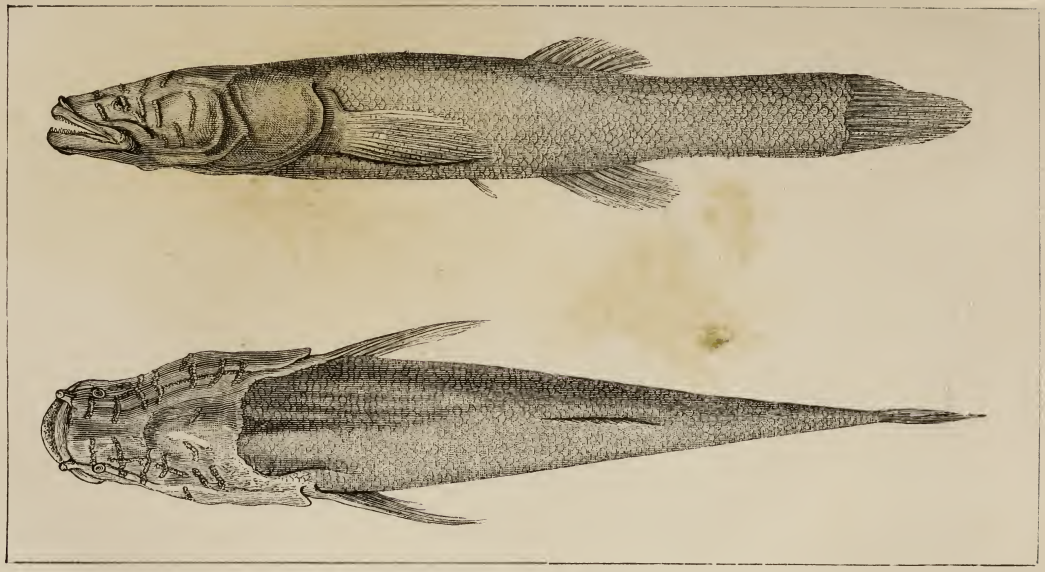
Un certain endroit de l'immense dédale s'appelle les montagnes Rocheuses. Là est un gouffre énorme, le Trou terrible, au fond duquel bouillonnent les eaux.

Dans la grotte des Fées, dont les colonnades forment d'élégants arceaux, l'eau suinte de tous côtés, et tombe en gouttelettes dont la chute retentit dans ces cavités sonores. « Au fond même de la salle, on remarque un groupe imitant la cime d'un palmier. Les branches gracieusement inclinées, semblent sculptées dans un bloc d'albâtre oriental. Au sommet de ce gracieux ensemble, jaillit une source, créatrice séculaire de

1. Poussielgue. *Voyage aux grottes du Mammouth*, *Tour du Monde*, 1863 (2e semestre).

tous ces dépôts calcaires qui brillent du reflet de nos torches. La lumière, promenée dans les vides laissés entre ces formations concretionnées, en fait ressortir toute la transparence. Les délicats arceaux, ornés de franges bizarrement découpées qui s'étendent au-dessus de la tête des voyageurs, peuvent figurer à leurs yeux une élégante tonnelle de marbre blanc. Aussi, les touristes donnent-ils à ce singulier groupe, le nom de palmier ou de tonnelle merveilleuse, suivant leurs appréciations particulières. »

Le Maëlstrom est un gouffre situé dans les grottes de Mammouth et qu'un jeune homme de Louisville explora en 1859. On ne l'avait pas encore osé. « Il s'attacha autour du corps, raconte M. Xavier Eyma, une corde enroulée à un tourniquet, que deux de ses amis se chargèrent de manœuvrer à des signaux convenus, et, une lanterne à la main, il affronta ce gouffre, d'où s'élevaient des bruits et des échos sinistres, pareils à ceux du tonnerre, quand on y lançait quelques projectiles.... A une quarantaine de pieds de profondeur il rencontra une sorte de plate-forme d'où rayonnaient quatre avenues percées dans les parois des roches. A 100 pieds plus bas, il entendit le bruit formidable d'une cataracte qui se précipitait dans l'abîme. Il continua de descendre parallèlement avec cette cataracte; un moment sa lumière vacilla et faillit s'éteindre par le fait du déplacement d'air que produisait cette masse d'eau dont il sentait l'écume lui jaillir au visage. Enfin, à une distance de près de 200 pieds, il toucha le fond de ce gouffre. »



Poissons des Grottes du Mammouth.

Presque tous les environs de la caverne sont minés par les eaux, au point qu'il ne serait pas impossible qu'un jour le sol s'affaissât sous le poids des voitures qui amènent les touristes.

CHAPITRE VII

LES RÉAPPARITIONS DES RIVIÈRES

Un bon nombre de grosses sources ne sont en réalité que des réapparitions au jour de rivières engouffrées plus haut dans des cavités du sol. De pareilles disparitions ont naturellement fixé l'attention des anciens qui, suivant leur habitude constante, leur ont attribué un caractère sacré.

« Panyasis, fils de Polyarque, dans ses vers sur Hercule fait la fontaine de Castalie, fille de l'Achéloüs. « Ce héros, dit-il, après avoir passé les neiges du « mont Parnasse, vint sur les bords de la fontaine de « Castalie qui tire son origine du fleuve Achéloüs. » Mais j'ai ouï dire à d'autres que c'est le Céphise qui a fait présent de cette source aux habitants de Delphes, et c'est une fiction du poète Alcée dans le prologue d'un hymne à Apollon. Ce sentiment est confirmé par la pratique des Liléens qui, à certains jours de l'année, pour honorer le fleuve Céphise jettent une espèce de pâte sacrée dans sa source ; car ils assurent que bientôt après on voit paraître cette pâte dans la fontaine de Castalie[1]. »

1. Pausanias, livre X.

Fontaine de Castalie.

« A cinq stades d'Aséa, près du grand chemin, on vous fera remarquer la source de l'Alphée, et un peu plus loin, sur le chemin même, la source de l'Eurotas. Auprès de la première on voit un temple de la mère du dieu, qui n'a plus de toit, mais où il est resté deux lions de marbre. L'Eurotas mêle ses eaux avec celles de l'Alphée et, confondus ensemble, ils coulent durant quelque temps dans un commun canal, jusqu'à ce qu'ils soient précipités sous terre l'un et l'autre; après quoi l'un va reparaître dans la Laconie, et l'autre semble sortir d'une nouvelle source dans le territoire de Mégalopolis[1]. »

Ce fleuve Alphée qui était cher à Jupiter, avait une grande célébrité parmi les Grecs ; ils prétendaient qu'après s'être jeté dans la mer, il reparaissait dans l'île d'Ortygie pour s'unir à la fontaine Aréthuse. Naturellement, à l'origine, Aréthuse était une nymphe et Alphée, un grand chasseur.

Pausanias, qui rapporte la réapparition du fleuve dans l'île d'Ortygie, dit qu'elle est vraisemblable, parce qu'il y a d'autres exemples bien prouvés de ce fait : « Moi-même, dans le pays des Hébreux, j'ai vu le fleuve du Jourdain qui entre dans le lac de Tibériade, et qui ensuite va se perdre dans une espèce de lac qu'ils nomment la mer Morte. »

Dans certaines parties de la Grèce, les chaînons montagneux sont emboîtés de manière à constituer des bassins complètement fermés dans lesquels les eaux qui s'y réunissent formeraient autant de lacs, si des

1. Pausanias, livre VIII.

galeries naturelles, désignées sous le nom de *katavothron*, ayant des embouchures appelées *kephalovrysi* ne leur permettaient de s'écouler. Lorsque ces galeries se trouvent obstruées, il en résulte des inondations. Du temps d'Alexandre, et tout récemment encore, il a fallu procéder au dessèchement du lac Copaïs, qui tend à se former de la sorte. Nous avons en France même une foule d'exemples analogues; ainsi il y a, dans nos vallées jurassiques des nappes d'eau qui s'écoulent par de véritables *katavothrons* pour reparaître un peu plus loin. C'est ainsi que l'Orbe qui coule dans la vallée de Joux, dont l'altitude est de 1024 mètres et la longueur de près de 30 kilomètres, y constitue trois lacs situés dans autant de concavités différentes : ce sont le lac des Rousses, le lac de Joux et le lac des Brenets. Celui-ci n'a aucun écoulement apparent : ses eaux trouvent une issue souterraine au travers des joints verticaux des rochers, dans lesquels elles pénètrent par divers entonnoirs dont le plus grand seul est naturel. Les autres orifices ont été creusés de main d'homme. L'eau s'élance dans ces gouffres avec tant de violence qu'il suffit d'appliquer l'oreille contre certaines parties des parois verticales pour en entendre le mugissement. L'eau revient au jour à 220 mètres plus bas, en formant immédiatement une rivière de 5 mètres de largeur sur $1^{m},30$ de profondeur. On peut pénétrer assez loin dans les vastes excavations de cette nouvelle source [1].

La Loue, qui n'est que le débouché de plusieurs

1. Fournet, *Hydrographie souterraine*.

Sources du Loiret.

cours d'eau devenus souterrains après avoir été absorbés par les entonnoirs des plateaux et des vallons supérieurs du canton de Levier et des versants S. O. des cantons de Pontarlier et de Mouthe, sort en bondissant d'une caverne dont la profondeur est inconnue, et

COURS DE LA TOUVRE

La Touvre.

dans laquelle il est difficile de pénétrer à cause de l'abondance des eaux. La rivière tombe de là avec fracas sur des rochers, en formant trois cascades magnifiques, avant d'arriver au fond de la vallée, où des usines l'utilisent.

La source du Loiret est célèbre par son volume. Elle surgit dans le val d'Orléans sous la forme d'un grand lac n'ayant aucune alimentation superficielle et la photographie en a souvent reproduit l'aspect pittoresque et tranquille. Les études dont elle a été l'objet, particulièrement celles de M. Sainjon, ont acheve de montrer dans ces derniers temps qu'elle résulte de la réapparition au jour d'une partie des eaux de la Loire, dérivée, à partir de Bouteille, par des canaux souterrains.

On sait du reste qu'à peine sorti du sol, le Loiret est en partie absorbé par le gouffre connu sous le nom de Gèvre.

Les sources de la Touvre sont le Bandiat et la Tardoire, dont les eaux se sont perdues par plusieurs abîmes. Elles reparaissent en trois places différentes. La source principale sort lentement d'une grotte profonde; une autre s'échappe en gros bouillons dans un bassin de rochers; la troisième émerge d'une prairie spongieuse et coupée de fossés d'écoulement. Ces trois rivières en se réunissant donnent lieu à un cours d'eau large de 100 mètres qui se jette dans la Charente.

CHAPITRE VIII

LES SOURCES INTERMITTENTES

Certaines sources se signalent par des phénomènes d'intermittence analogues au flux et au reflux de la marée des océans : les unes à des intervalles réguliers pendant la journée, les autres à des périodes plus distantes et moins fixes. Pline le Jeune, dans l'une des deux lettres qu'il a adressées à Licinius, en décrit une de ce genre auprès du lac Larian, aujourd'hui lac de Côme, dont le jaillissement avait lieu trois fois par jour.

Dans la vallée de Josaphat, le marais de Siloam est un réservoir artificiel de 18 mètres de longueur sur 3 de large, dans lequel arrivent deux ruisseaux et qu'on emploie à l'arrosage des jardins. Les eaux y affluent par un canal souterrain dont le débit présente des vicissitudes déjà mentionnées par saint Jérôme dans ses *Commentaires*. Les alternatives ne sont d'ailleurs pas équivalentes, ce que les habitants expliquent en disant que dans la fontaine vit un grand dragon; quand il est éveillé, il arrête l'eau, mais il la laisse couler pendant son sommeil.

En Westphalie, on voit auprès de Paderborn une

source qui disparaît deux fois en vingt-quatre heures, revenant six heures plus tard avec un bruit considéble. La source de Lay-Wel, près de Torbay, jaillit très nettement plusieurs fois par heure, la distance entre les hautes et les basses eaux étant cependant inférieure à 15 centimètres. Dans le Yorkshire, aux environs de Giggleswick, à Weeding-Well, se rencontrent des particularités analogues.

Il existe peu de sources dont la période d'intermittence soit aussi longue ni aussi régulière que celle de la source de Néjapa, dan le Guatemala (Amérique centrale.)

Cette source est connue dans le pays sous le nom de Rio-Huido (rivière fugitive). Pendant sept années consécutives, elle produit assez d'eau pour former une véritable rivière. Dés que les sept années sont achevées, les eaux disparaissent, la source cesse de couler, et le lit de la rivière, tout à fait à sec, ne présente plus que du sable et de la poussière.

Non loin de Virey, canton de Marnay, dans le Jura est une fontaine appelée binale, parce qu'elle coule régulièrement deux fois l'année. Souvent en été, lorsque les autres sources sont taries, elle donne une eau si abondante qu'elle forme un gros ruisseau, et il lui arrive de disparaître en hiver quand les pluies grossissent les autres cours d'eau. Selon le géologue Thirria, ces circonstances s'expliquent facilement, comme pour toutes les sources intermittentes, en admettant que les eaux pluviales qui s'infiltrent dans le sol, se réunissent dans un réservoir souterrain auquel aboutit un canal courbé en forme de siphon par où

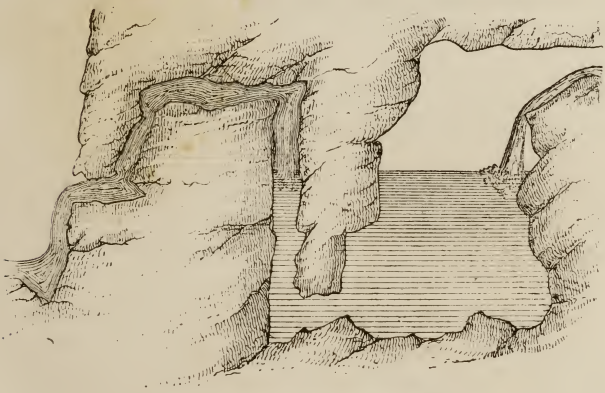
s'effectue l'écoulement des eaux. Ce siphon doit être disposé de manière à pouvoir verser, dans un temps donné, plus d'eau qu'il n'en entre pendant le même temps dans le réservoir par les fissures du terrain, de sorte que l'écoulement cesse lorsque l'eau dans le réservoir se trouve au niveau de l'orifice du siphon, et que celle qui remplissait ce siphon s'est rendue au jour. L'écoulemeut reprend quand les filtrations continuelles ont de nouveau élevé l'eau dans le réservoir et dans le canal d'épanchement jusqu'à la hauteur de la convexité de celui-ci.

La *Source des Capucins*, à Porentruy, ne se montre que très rarement. D'aussi loin qu'on se le rappelle, elle n'a déversé que cinq ou six fois. Alors elle vomit son eau avec une force extrême, de manière à inonder tout le quartier du faubourg de France.

Un entonnoir naturel appelé Frais-Puits, de douze à treize mètres de profondeur, et de 20 à 25 mètres de diamètre à son orifice, se trouve à quatre kilomètres au sud-est de Vesoul, à la naissance d'un vallon étroit, sinueux et bien encaissé, qu'arrosent en temps ordinaire les eaux de la source abondante de Champdamoy, située à deux kilomètres en aval de cet entonnoir. En été et en automne, après deux ou trois jours de pluies abondantes, le trou du Frais-Puits vomit tout à coup une eau bouillonnante, qui se répand avec impétuosité dans le vallon et l'inonde complètement en quelques heures, ainsi que la prairie de Vesoul, sur une étendue de dix kilomètres. Le torrent est alors si violent qu'il entraîne tout sur son passage, et qu'après avoir fait déborder la rivière de Vesoul et en-

vahi la partie basse de la ville, il va se jeter dans la Saône qu'il fait sortir de ses bords. Cet épanchement, qui dure pendant plusieurs heures, cesse peu de temps après la pluie. Comme on a trouvé quelquefois des brochets dans la partie du vallon submergé par les eaux de Frais-Puits, et que ces eaux apportent avec elles beaucoup de petits cailloux semblables à quelques-uns de ceux que roule l'Ognon, on en a conjecturé que les eaux de Frais-Puits, ainsi que ses poissons et ses cailloux proviennent de l'Ognon. C'est difficile à admettre, car 20 kilomètres séparent le gouffre du point le plus rapproché de la rivière; en outre, l'Ognon roule surtout des cailloux de quartz, de granit et de porphyre, arrachés aux roches de son lit; et il ne charrie qu'en petit nombre les cailloux calcaires que Frais-Puits rejette à l'exclusion d'autres. Thirria suppose qu'il existe dans le voisinage de Frais-Puits une vaste cavité souterraine semblable à celle que présentent fréquemment les calcaires jurassiques, et dans laquelle se rendraient par les nombreuses fissures du terrain, la majeure partie des eaux pluviales qui tombent dans le canton; hypothèse d'autant plus admissible que les territoires de Villers-le-Sec, de Lademie et de Colombe sont tout à fait dépourvus d'eau.
cette cavité aboutit un canal souterrain qui débouche en aval de Champdamoy, et par lequel s'écoule en temps ordinaire le trop plein du réservoir. Le canal dont il s'agit est surmonté d'un vaste soupirail, le trou de Frais-Puits, dont l'orifice se trouve à un niveau inférieur à la convexité ou partie supérieure du réservoir. Or, à la suite des pluies abondantes, une grande

masse d'eau afflue dans le réservoir par les fissures du terrain; et comme elle ne peut s'écouler en totalité par le canal souterrain de Champdamoy, dont les dimensions sont trop faibles, son niveau s'élève progressivement dans le réservoir et dans le soupirail de Frais-Puits, et elle finit par s'épancher par ce soupirail qui forme une sorte de réservoir de superficie.



Source intermittente.

L'écoulement dure ainsi tant qu'il y a affluence extraordinaire dans le réservoir souterrain; mais il cesse dès que la totalité des eaux peut s'écouler par le canal de débouché journalier.

Et les brochets? — Thirria les loge dans le réservoir souterrain.

« Les modifications du débit étant liées avec les pluies, et le jaillissement de plusieurs sources exigeant des chutes d'eau calamiteuses, leur apparition tempo-

raire est regardée comme un funeste présage pour les récoltes. De là les noms de *fontaine de disette*, *fontaine de famine*, *fontaine famineuse*, *fontaine de malheur*, *fouën de carestié*, *fontaine de cher temps*, *bramafam* (*crie la faim*) sous lesquels on les désigne dans nos provinces[1]. »

1. Fournet, *Hydrographie souterraine*.

CHAPITRE IX

LES SOURCES JAILLISSANTES

C'est un grand objet d'admiration dans beaucoup de localités que des jets d'eau plus ou moins verticaux s'élancant du sol.

Par exemple, dans la commune de Chatagna (Jura), on voit le *Jet d'eau naturel* qui, durant les hivers, s'élance à la hauteur de 3 à 4 mètres pour former ensuite un petit torrent, tandis que dans la belle saison, il ne sort de l'orifice qu'un simple courant d'air.

Près de l'ancien château de Male-Mort, en Dauphiné, il y a dans une caverne une source qui, à la suite de pluies considérables, saute à 7 ou 8 mètres de hauteur, et va frapper contre la voûte de la grotte.

La *Source de la Soulaine* s'élance en jet du fond d'un entonnoir placé à cent pas de l'Ain.

La *Source de la Bèze* (Côte-d'Or), située à quelques pas du village de Bèze et au pied d'un coteau, jaillissait avant 1680 d'un creux dont la profondeur était insondable. En temps de pluie, son impétuosité était telle que ses eaux, vives et claires, s'élevaient en colonne verticale de 2 mètres de diamètre jusqu'à près de 7 mètres de hauteur. Par suite des travaux d'élargisse-

ment de son orifice, elle ne produit plus que des bouillons très prononcés ; des déblais accumulés en aval de son ouverture l'ont encore forcée à pratiquer de nombreuses issues au pied du rocher qui s'étend sur la rive droite de son cours. Cependant ces dégradations ne l'empêchent pas de rester au rang des plus belles fontaines de l'Europe. Versant immédiatement une nappe de plus de 10 mètres de largeur, elle forme une rivière qui va se rendre à la Saône, et l'on attribue à l'épuisement causé par son débit, l'absence complète de sources dans les territoires de Selongey, Orville, Véronne, Chazeuil, Lux et Bourberain[1].

Dans la partie du Sahara qui porte le nom de Zab occidental, il y a de fort belles sources jaillissantes. Tel est l'Aïn Oumach, qui a plusieurs bouillons donnant ensemble par seconde 124 litres d'eau à 27 degrés.

Nul doute que le jaillissement de ces sources ne se rattache directement à la forme des nappes d'eau souterraines, et leur liaison déjà indiquée avec la quantité de pluie tombée en est une preuve décisive.

A cet égard le fait suivant est bien significatif :

La pluie est ennuyeuse, témoin le proverbe. Mais c'est une plaisanterie particulièrement mauvaise qu'elle a faite, il y a trois ans, à un habitant de Thémericourt, hameau du département de l'Oise, à 7 kilomètres de Ws-Marines. Le village est bâti sur le versant d'une colline au bas de laquelle coule une petite rivière, l'Aubette. Au-dessus de la colline s'étendent

1. Fournet, *Hydrographie souterraine.*

de vastes plaines. Près de l'Aubette, à la partie la plus déclive, M. X. avait fait bâtir une fort belle habitation. Les pluies ayant été très abondantes pendant l'hiver, deux sources jaillissantes se déclarèrent dans son jardin, plusieurs autres au fond de sa cave. Ces sources fournissaient 10 litres à la seconde. Pendant les deux premiers mois, plus de 50 millions de litres d'eau passèrent par l'habitation de M. X. pour se rendre dans l'Aubette. Et le pire de la chose, c'est que cette eau était une véritable eau minérale : elle dégagait de l'acide sulfhydrique et contenait des sulfures divers, probable ment parce qu'elle avait passé par une distillerie agricole, située au-dessus de la propriété de M. X.

CHAPITRE X

LES SOURCES SOUS-MARINES

Les sources sous-marines se manifestent là où le sol perméable plonge sous les flots, et où la dépression du fond de la mer est rapide; vers le littoral, sur nos côtes méditerranéennes, il en est plusieurs groupes très intéressants.

Dans le golfe de Cannes, par les temps calmes, on aperçoit un petit bouillonnement : c'est une source, située à la profondeur de 162 mètres au-dessous de la mer qui se révèle de la sorte.

Le même phénomène s'observe dans le golfe Jouan, près Antibes, et dans le golfe de l'embouchure du Var. Au sud de Menton, à 700 mètres de profondeur, il y a des sources tellement abondantes qu'elles adoucissent l'eau de la mer. Les eaux douces qui jaillissent dans le golfe de la Spezzia offrent un autre exemple bien connu de ces grandes sources sous-marines.

Dans la partie occidentale du département du Var, vers Saint-Nazaire et Bandol, il y a un avancement du rivage nommé *pointe de la source*. Au nord de Bandol, les eaux intérieures sont, en effet, tellement abondantes, qu'un trou de sonde, dans un puits de

recherche de mine creusé à la Cadière, inonda les travaux, qu'on fut contraint d'abandonner.

Aux *Capucins*, près la Ciotat, les sources douces réduisent de trois quarts la salure de l'eau. A Cassis apparaît la grande source sous-marine de Port-Miou, qui émerge, par une ouverture dans le roc, d'au moins 2 mètres carrés; la force d'impulsion de cette eau se manifeste par un courant entraînant des corps flottants jusqu'à plus d'une demi-lieue du rivage. Une sonde tenue en suspension dans le puits creusé près de l'émergence de cette source ne put pas demeurer verticale sous la charge de 16 kilogrammes. Il fallut l'armer de 38 kilogrammes pour obtenir une résistance à l'entraînement qui assurât la verticalité[1].

La Trebintchitza est un véritable fleuve se montrant, sur la rive orientale de l'Adriatique à 1 mètre de profondeur.

D'après Humboldt, qui le tenait de don Francisco le Maure, il y a dans la baie de Xagua, au sud-est de Cuba, des sources d'eau douce qui surgissent du fond de la mer avec tant de violence que les petits canots ne peuvent s'en approcher sans péril; les vaisseaux s'y alimentent parfois pour la boisson, et les lamantins, cétacés d'eau douce, abondent dans le voisinage. Des sources analogues sont connues dans le golfe Persique et fournissent à boire aux habitants d'Aradus. Plusieurs points de la région volcanique méditerranéenne sont moins salés dans les profondeurs qu'à la surface.

1. De Villeneuve-Flayosc, *Description géologique du Var.*

La mer Rouge, dont les rivages n'ont pas une seule embouchure, a dans son lit des eaux jaillissantes.

Dans la mer des Indes, une abondante source d'eau douce jaillit à 45 lieues de Chittagong et à environ 36 lieues du point de la côte le plus voisin.

Sur la côte des États-Unis, près de l'embouchure du fleuve Saint-Jean, un bouillon d'eau douce d'une hauteur de 1 à 2 mètres, s'élance au-dessus du niveau de la mer.

Les rivages des Florides et des Carolines sont baignés d'eau saumâtre, résultant du mélange de l'eau de mer et des sources sous-marines. Ces sources sont sujettes à des crues subites qui produisent dans l'océan de véritables cataclysmes; les poissons sont tués par milliers, des courants de boue souillent les eaux. En certains endroits de la mer on s'approvisionne d'eau douce.

On estime que pendant l'inondation de 1857, ce fleuve sous-marin, déchargea autant d'eau que le Mississipi.

CHAPITRE XI

LES CRATÈRES-SOURCES

Par un contraste bien frappant, un grand nombre de cratères, après avoir vomi des torrents de roches ignées sont devenus des sources d'eau, parfois même d'eau très fraîche. Tout ceux qui l'ont vu ont gardé un souvenir charmant du lac Pavin, auprès de Besse, dans le département du Puy-de-Dome. Cette belle nappe d'eau sombre, sans alimentation visible, donne naissance au ruisseau qui se jette à quelques pas dans la Couze.

Au voisinage, beaucoup d'autres beaux lacs, de ceux par exemple que comprend l'incomparable panorama du Sancy, sont exactement dans le même cas; et on en citerait sans peine dans toutes les contrées volcaniques.

Les célèbres cratères circulaires de l'Eifel[1], remplis par les infiltrations, sont transformés en lacs. Dans l'île de Nossi-Bé, il y a des cratères analogues parfaitement circulaires, aux flancs abrupts, dont la hauteur varie de 25 à 80 mètres, et qu'habitent d'énormes caïmans. Tel est le lac Djabala, dans le sud de l'île africaine[2].

1. De Dechen, *Vulkanreihe der Vorder-Eifel*, 1886.
2. Vélain, *La Nature*, 1877, 2e semestre.

CHAPITRE XII

LES SOURCES DES GLACIERS

La surface des glaciers n'est pas unie. La glace est partagée en tranches, en blocs polyédriques, et, de tous côtés, on aperçoit des crevasses et des fissures plus ou moins rapprochées, plus ou moins larges qui forment autant de conduits par lesquels l'eau provenant de la fusion pénètre et circule dans le glacier.

L'eau rencontrant une fracture, y tombe avec un bruit qui rappelle celui de la chute d'eau d'un moulin. Elle en corrode les bords et arrondit la paroi sur laquelle elle coule. Lorsque plus tard cette fracture se referme, le sillon demi-circulaire formé d'un côté se conserve, et en même temps, si l'ouverture est insuffisante pour débiter la totalité de l'eau, la paroi opposée se corrode à son tour, et la cavité dans laquelle les eaux continuent à s'engouffrer devient un trou cylindrique ou aplati, à section circulaire ou elliptique. C'est ce qu'on appelle un *puits* ou un *moulin*. Quand une nouvelle crevasse vient à s'ouvrir à l'avant d'un pareil puits, le ruisseau trouvant une nouvelle voie d'écoulement, le puits se trouve à sec et persiste jusqu'à ce que ces parois se soient rapprochées par le

mouvement continuel de dilatation, qui cesse d'être neutralisé par le passage et l'action érosive de l'eau.

Les moulins ne restent pas immobiles. En 1840, Agassiz en fit comprendre deux dans le réseau trigonométrique établi par M. Wild sur le glacier de l'Aar. Au bout de quatre ans, ils avaient parcouru 300 mètres en aval de leur emplacement primitif : ils avaient cheminé avec la même vitesse que les blocs de la moraine médiane près de laquelle ils existaient.

L'eau des moulins exerce une action spéciale sur les roches constituantes du fond. Chargée de sables et de galets, elle vient, grâce à la conduite verticale des puits de glace, frapper les roches à peu près perpendiculairement et longtemps à la même place ; elle y creuse des cavités circulaires ou des canaux sinueux à rebords arrondis, semblables aux *marmites des géants*.

Les moulins sont souvent très profonds. Agassiz eut la hardiesse d'en visiter un, et il a raconté ses impressions.

« Les guides, dit-il[1], fixèrent au bout de la corde une planche qui devait me servir de siège, puis ils m'attachèrent au bout de cette même corde au moyen d'une courroie qu'ils me passèrent sous les bras de manière à me laisser les mains libres. Pour me garantir de l'eau qui n'avait pu être détournée, ils me couvrirent les épaules d'une peau de chèvre, et me mirent une casquette de peau de marmotte sur la tête. Ainsi accoutré, je descendis, muni d'un marteau et d'un

1. Dollfus-Ausset. *Matériaux pour l'etude des glaciers*, tome V, Ire partie, page 317.

bâton. Mon ami Escher de la Linth devait diriger la descente; il se coucha à cette fin sur le ventre, l'oreille penchée au bord du précipice, pour mieux entendre mes ordres. Il fut convenu que si je ne demandais pas à remonter, on me laisserait descendre aussi longtemps que M. Escher entendrait ma voix. J'arrivai sans obstacle jusqu'à une profondeur de 25 mètres, observant avec intérêt la structure lamellaire du glacier et les petits glaçons qui étaient suspendus de tous côtés aux parois du puits. Ces glaçons avaient de 3 à 15 centimètres de longueur, et quelques millimètres seulement de diamètre, ils étaient arqués comme des agrafes implantées dans la paroi, et résultaient bien évidemment d'un suintement de l'eau à travers la glace; car s'ils eussent été le résultat de l'eau de la surface du glacier, ils n'auraient été ni aussi uniformes ni aussi également répartis sur toutes les parois. Ceux qui provenaient réellement de la cascade supérieure étaient beaucoup plus grands, accolés contre le mur de glace, et de plus limités à l'une des faces du couloir.... Je rencontrai à environ 25 mètres une cloison de glace qui divisait le puits en deux compartiments; j'essayai d'entrer dans le plus large, mais je ne pus pénétrer à plus de 1^{m},50 à 2 mètres, parce que le couloir se divisait en plusieurs canaux étroits. Je me fis remonter, et, manœuvrant de manière à faire dévier la corde de la ligne verticale, je m'engageai dans l'autre compartiment. Je m'étais aperçu, en descendant, qu'il y avait de l'eau au fond du trou, mais je la croyais à une bien plus grande profondeur, et comme mon

intention était surtout fixée sur les bandes verticales, que je suivais toujours des yeux, grâce à la lumière que réfléchissaient les parois brillantes de la glace, je fus très surpris, lorsque tout à coup je me sentis les pieds dans l'eau. J'ordonnai qu'on remontât, mais l'ordre fut mal compris, et, au lieu de me remonter, on me laissait toujours lentement descendre. Je poussai alors un cri de détresse qui fut entendu, et l'on me retira avant que je fusse dans le cas de nager. Il me semblait que, de ma vie, je n'avais rencontré d'eau aussi froide; à sa surface flottaient des fragments de glace, sans doute des débris de glaçons. Les parois du puits étaient âpres au toucher, ce qui provenait sans doute des *fissures capillaires*. Lorsque j'arrivai à la surface, mes amis m'avouèrent qu'ils avaient eu un moment de rude angoisse en m'entendant crier au fond du puits. Ils avaient eu toutes les peines possibles à me retirer, bien qu'ils fussent au nombre de huit. J'avais moi-même peu réfléchi au danger de ma position, et il est certain que si je l'avais connu, je ne m'y serais pas exposé, car il eût suffi que le choc de la corde eût détaché l'un des gros glaçons collés contre les parois du gouffre pour que ma perte fût certaine. »

Il se forme souvent des lacs sur les glaciers, ou plutôt sur leurs rives; car, dans leurs parcours, ils ne remplissent pas toutes les sinuosités de leur lit : ce sont les espaces privés de glace qui se remplissent d'eau.

Les issues sont fermées souvent par des avalanches de pierre, de glace, de névé ou de neige, obstruant et barrant le passage des eaux, aussi bien qu'une digue maçonnée. Beaucoup de lacs dans le voisinage des

glaciers en activité et dans les localités abandonnées par ces derniers, n'existent que par un barrage de matériaux erratiques. Tels sont les lacs des Alpes, des Pyrénées, des Vosges, de la Forêt-Noire, d'Écosse, etc.

Le lac Mœrjelen, du glacier d'Aletsch, situé à 2350 mètres d'altitude, et dont les dimensions sont, quand il est dans son plein, 1500 mètres de long, 330 mètres de large et 7 à 8 mètres de profondeur, — ce qui porte son volume à 3 700 000 mètres cubes d'eau, — le lac Mœrjelen n'ayant autrefois aucun écoulement, s'élevait indéfiniment jusqu'à ce qu'il se creusât lui-même une issue sous la glace; il se vidait alors tout d'un coup, et ce déversement subit d'une masse d'eau aussi considérable occasionnait souvent des désastres dans la vallée de Naters et en Valais.

Studer raconte que les pâtres du chalet de Mœrjelen avaient l'obligation, lorsqu'ils s'apercevaient que le lac allait se vider, de courir l'annoncer à Naters, où l'on remettait au premier porteur de la nouvelle une paire de souliers neufs pour sa peine. Pour prévenir ces éruptions violentes, le gouvernement du Valais a fait creuser un canal dans le prolongement de la vallée de Mœrjelen, par lequel les eaux du lac se déversent dans la vallée de Viesch dès quelles ont atteint un certain niveau. Le lac cependant s'écoule encore toutes les années par-dessous le glacier, ordinairement en juillet ou en août; mais comme la masse d'eau est bien moins considérable, l'inondation n'a plus de grands inconvénients[1].

1. Dollfus-Ausset. *Matériaux pour l'étude des glaciers.*

Les torrents s'échappent souvent des glaciers par une voûte surmontée et encadrée d'arceaux de glace qui sont concentriques et séparés les uns des autres par une fissure. Cette issue en forme de voûte se présente dans les grands glaciers à faible pente et qui peuvent s'élargir, par exemple, dans les glaciers inférieur et supérieur de l'Aar, du Rhône, dans les glaciers de Grindelwald, etc.

Lorsque, dans les glaciers à faible pente, l'encaissement se rétrécit fortement à l'extrémité, l'eau sort par les excavations à la base sans former de voûte; tel est le cas de la Massa, qui sort du glacier d'Aletsch

Les voûtes ne se trouvent pas toutes les années à la même place de la pente terminale; même dans le courant de l'année l'emplacement peut varier. Au glacier inférieur de l'Aar on a vu de 1844 à 1862 le torrent sortir par une voûte rapprochée de la rive gauche; l'année suivante la voûte n'était pas éloignée de la rive droite, elle fut même au milieu de la vallée. En septembre 1862, l'Aar sortait par une voûte superbe très près de la rive gauche.

« Mon guide en chef, Hans Jaun, qui a passé l'hiver de 1845-1846 à l'hospice du Grimsel, chargé des observations météorologiques et glaciaires, a vu au printemps fin avril, le torrent, ou plutôt l'eau de fonte de la neige qui couvrait le glacier, couler sur le talus terminal du glacier sur une grande largeur, non en nappe régulière, mais en filets d'eau plus ou moins volumineux; il dit que c'était superbe à voir. Quelques jours plus tard, il sortait à la base du glacier de l'eau sur toute la largeur, et plus tard encore le torrent

sortait compact à la base, à peu de distance de la rive gauche.

« Au glacier inférieur de Grindelwald on voit, par les anciens lits des torrents qui se trouvent à sec en aval de la pente terminale, que souvent la voûte du glacier a changé de place[1]. »

Les eaux creusent sous le glacier des cavernes ressemblant beaucoup aux cavernes souterraines ; elles sont irrégulières, sinueuses, quelquefois d'une certaine étendue, composées d'une série de renflements ou étranglements. Ces cavernes glaciaires ont pour origine les excavations produites dans la glace par les eaux qui s'écoulent sur la pente terminale et qui prennent souvent une autre direction en laissant l'ancien lit à sec. La circulation de l'air chaud à travers ces vides et les rayons solaires qui pénètrent souvent par des ouvertures supérieures les agrandissent par ablation de leurs parois.

Dollfus-Ausset[2], qui a étudié le glacier supérieur de Grindelwald, glacier célèbre par ses nombreuses cavernes glaciaires, s'est promené dans ces cavernes ; « promenade des plus pittoresques, *promenade fabuleuse.* »

« Nous avions profité, dit-il, de l'abord foulé de ces cavernes pour organiser l'observation de la marche du glacier dans une saison (mars) qui est encore l'hiver à Grindelwald. On lisait la marche de six en six heures. A minuit, Blatter, mon guide en chef, s'est rendu dans les cavernes ; à son retour au chalet où

1. Dollfus-Ausset. *Loc. cit.* — 2. *Loc. cit.*

nous avions pris gîte, c'étaient des exclamations de joie; tout le monde se réveille, saute de la couchette sur le plancher : « Venez, venez tous; le temps « est beau, il ne fait pas froid, en route, en route « pour le glacier! A la lumière les grottes sont magni- « fiquement belles! »

« Avant de nous mettre en route je me suis muni d'un flacon d'alcool et de soucoupes de tasses. — La nuit était sombre, le temps calme et la température au-dessus de zéro. Une lanterne, dont le verre est convexe à la partie extérieure (pareille à celle des policemen en Angleterre), éclairait notre marche. — Nous entrons dans la caverne d'observation; la lumière, concentrée par le verre convexe, projetée sur les parois, produisait des effets fantastiques de lanterne magique : les parties environnantes dans une obscurité complète. — Des terrines contenant de l'alcool furent placées; on y mit le feu, et tout le monde de s'écrier : « C'est plus beau, c'est plus imposant, c'est « plus magique que l'éclairage du Giessbach par des « feux de Bengale, et certes l'année prochaine nous « nous payerons l'effet de ces feux, et l'argent ne sera « pas mal employé. »

« En août 1862, j'ai visité de nouveau le glacier supérieur de Grindelwald; les cavernes glaciaires nombreuses existent encore, mais l'accès en est assez difficile, et adieu les promenades ; l'eau coule sur le sol détrempé, le long des parois et du toit, et des morceaux de glace se détachent, des pierres tombent.... »

Le Rhône sort du magnifique glacier qui porte son nom, et qui s'étend sur une longueur de 24 kilomètres

dans le massif du Saint-Gothard. Ce n'est point le torrent principal qui pour les montagnards est la vraie

Source du Rhône.

source du fleuve. « Les gens du pays, dit de Saussure[1].

1. *Voyage dans les Alpes.*

le nomment avec une sorte mépris, eaux de neige, ou eaux du glacier, tandis qu'ils montrent avec une espèce de vénération et honorent comme source du fleuve une fontaine qui sort de terre au milieu d'une petite prairie. Plusieurs voyageurs se sont moqués de cette préférence; le bon Scheuchzer la tourne en ridicule, et dit que c'est une espèce de folie ou de maladie d'entendement que les *Vallaisons* appellent source du fleuve, un petit filet d'eau qui vient lui-même se réunir à un courant beaucoup plus considérable, et qui descend d'un lieu plus élevé.

« J'étais étonné de cette singularité, et je cherchais à en deviner la cause, lorsqu'en goûtant cette eau et en y plongeant la main, je lui trouvai un degré de chaleur sensible : je crus d'abord que c'était une illusion, mais j'y plongeai le thermomètre et je le vis monter à 14°,5 Réaumur (18°,1 centigrade), tandis que la température de toutes les eaux du voisinage s'élevait très peu au-dessus du terme de la congélation, excepté une autre petite source qui participe aussi à l'honneur d'être une des sources du Rhône.

« Cette observation, que je fis pour la première fois en 1775, et qui était alors absolument nouvelle, me parut intéressante. Je compris que ces eaux devaient conserver leur température en hiver, et les bergers qui gardaient leurs troupeaux dans ces prairies me dirent qu'en effet, dans les froids les plus rigoureux, tandis que tous les alentours étaient envahis par les frimas, ces sources font fondre la neige, et conservent toujours la verdure qui les entoure. D'après ce fait et l'espèce de culte que l'on rendait

autrefois aux divinités des fontaines, surtout lorsqu'elles résistaient aux froids de l'hiver, et le merveilleux dont on cherchait à environner les sources des grands fleuves, il est bien naturel que ces fontaines aient eu un nom qui leur appartînt en propre, et que leurs eaux, tout à la fois chaudes, perpétuelles et toujours limpides, parussent avoir, sur les eaux troubles et froides du glacier, une espèce de prééminence qui les fît regarder comme le séjour de la divinité du fleuve, et qu'ainsi elles lui donnassent leur nom.

« Quant au nom même de la source, qui est *der Rothe* dans la langue du pays, d'où est venu vraisemblablement le nom de *Rhône*, je crois qu'il est relatif à un sédiment rougeâtre que déposent les eaux de ces sources; car dans la langue allemande, de même que dans la langue celtique, le mot *roth* signifie *rouge*. »

La source thermale dont il s'agit sort, à 1754 mètres d'altitude. Ses eaux sont légèrement sulfureuses. Il y en a d'autres, un peu moins chaudes, dans ses environs. Ces sources se réunissent avant de se mêler avec l'eau du glacier, et forment un ruisseau assez fort. Enfin, tandis que les eaux de neige sont, à cause de leur température, absolument stériles, les eaux chaudes ont dans leur courant une quantité de belles conferves.

Dans son expédition au Groënland, M. Nordenskiold rencontra une source d'eau intermittente s'élevant en un jet puissant au sud de la baie de Disco du milieu d'un glacier, et qui par conséquent doit être mentionnée dans ce chapitre.

Les grands fleuves qui ont leur embouchure dans la mer des Indes descendent des plus hauts glaciers du

monde. Nous avons déjà vu quelles sont les sources du Gange; celles de l'Indus sont les neiges septentrionales du Gang-dis-ri. Plusieurs rivières, au nord de cette chaîne, avaient été prises pour la source maîtresse du fleuve. Les explorations des géomètres anglo-hindous ont établi que le véritable Indus est, parmi ces rivières, celle qui naît le plus à l'est, non loin du versant septentrional du Mariamla. Ce grand fleuve avait jadis des sources autrement abondantes que celles qui l'alimentent aujourd'hui; elles ont subi l'assèchement dont les symptômes se rencontrent de toutes parts dans l'Asie centrale[1].

Le Tsangbo, le fleuve Thibétain est celui de tous les cours d'eau de la terre qui porte des embarcations à la plus grande altitude. Il est formé par les glaces des cirques de l'Himalaya. Une légende le dit « descendu de la bouche d'un coursier. » Dès qu'il est devenu rivière, ses eaux s'étalent largement dans une vallée très peu inclinée. Il est navigable à 4300 mètres d'altitude. Plus bas, au contraire, des rapides et des bancs de sable ne permettent plus d'utiliser le fleuve[2].

Les rivières qui arrosent les oasis du Khotan (Turkestan Chinois) sont ce que les Chinois appellent les rivières du Jade. Selon eux, le fleuve de la contrée est formé de trois cours d'eau dont chacun roule des galets de jade d'une couleur spéciale; à l'est coule la « rivière du Jade vert; à l'ouest, celle du « Jade noir; » entre les deux, passe la rivière du « Jade blanc. » Le Kara-Kach (jade noir) la plus abondante de ces rivières

1. Élisée Reclus. *Loc. cit.* — 2. Élisée Reclus. *Loc. cit.*

naît dans le pays de Kachmir, sur de hauts plateaux qui dominent des pics appartenant à l'arête du Kara-Karoum. De cette région des sources dont l'altitude dépasse 5000 mètres, le Kara-Kach descend par une succession d'écluses naturelles en coupant à angles brusques les chaînons qui s'opposent à son passage[1].

Nous pouvons rattacher aux sources des glaciers les fleuves sibériens considérables, non seulement par l'étendue de leurs bassins, mais aussi par leur masse liquide. Aucun des cours d'eau de l'Europe, ni le Danube, ni le Volga, ne peuvent se comparer à l'Obi, à l'Yenisséï, à la Léna, pour la superficie des terrains d'écoulement ni pour le débit annuel. Pourtant la chute d'eau, soit en pluie, soit en neige, est relativement peu considérable en Sibérie, si ce n'est dans les régions soumises à l'influence des moussons pluvieuses. On ne peut guère l'évaluer en moyenne à plus de 20 centimètres par an sur l'ensemble du versant de l'océan Glacial; mais toute l'eau qui tombe, toute celle qui se fond sur le sol de la Sibérie du nord, doit nécessairement trouver son chemin vers les affluents de la mer Glaciale, car à la profondeur de quelques décimètres la terre est déjà glacée, l'eau ne peut suinter dans les couches souterraines pour rejaillir en sources et doit s'écouler directement dans les fleuves, là du moins où le sol est incliné ; ailleurs, elle séjourne en flaques, en marais, en lacs sans profondeur, formant un dédale de terre et d'eau, qui change incessamment le profil de ses rivages, suivant

1. Élisée Reclus. *Loc. cit.*

l'abondance des pluies et l'activité de l'évaporation.

La moyenne du débit de l'Obi, de l'Yenisséi, de la Léna est pour chacun d'eux de 10 000 mètres cubes d'eau par seconde, quadruple de la portée du Rhône ou du Rhin. Pendant l'été, le débit est infiniment plus considérable, car « en hiver, les dalles glacées de la surface retardent la marche des eaux profondes et celles-ci n'occupent alors qu'une moindre partie du lit. Les petits cours d'eau s'arrêtent même complètement, la masse liquide est prise jusqu'au fond du lit : l'épaisseur de la couche glacée, sur les rivières et les lacs des hautes latitudes, variant d'environ 1 mètre à $2^{m},40$ centimètres, les ruisseaux et même des cours d'eau considérables se trouvent changés en masses solides, d'autant plus facilement que les glaces du fond se sont élevées çà et là de manière à former des barrages sur lesquels s'appuient les glaces supérieures. L'eau des sources ou des ruisseaux non encore gelés qui cherche à s'écouler par le lit fluvial doit rompre la voûte de cristal et s'épancher à la surface, où elle se gèle aussitôt, et c'est ainsi, par les épanchements superficiels ou *nabdi*, que l'eau solidifiée s'accumule à une hauteur de plusieurs mètres.... A l'exception des rivières qu'alimentent de grands lacs par des ruisseaux souterrains, toutes celles qui naissent au nord du cercle polaire doivent tarir complètement en hiver, puisqu'il ne sourd point de fontaines dans ces régions au sol toujours solidifié par les glaces[1]. »

1. Élisée Reclus *Asie russe.*

CHAPITRE XIII

LES SOURCES PROVOQUÉES

Les bienfaits que les sources répandent autour d'elles, les transformations profondes des régions déshéritées jusque-là où inopinément une source a été découverte, ont conduit bien vite les hommes à chercher les moyens de faire sortir du sol les eaux qui peuvent y circuler d'une manière plus ou moins occulte. La baguette de Moïse a fait bien des envieux.

Depuis quelques années on a trouvé moyen d'obtenir un puits instantané en enfonçant à coups de maillet un tube étroit dans la terre, jusqu'à la nappe d'eau, et en adaptant une pompe à sa partie supérieure, si l'eau n'a pas une force ascensionnelle suffisante pour jaillir au niveau du sol.

L'opération s'exécute généralement sans difficulté : le tube, en raison de son petit diamètre, repousse les obstacles de côté, et neuf fois sur dix arrive à la profondeur voulue. Il faut en moyenne une heure pour parvenir jusqu'à l'eau, avec un tube de dix mètres.

L'idée des puits instantanés est due, dit-on, à des soldats américains de l'Armée du Nord, qui, pendant la guerre de Sécession, se procurèrent de l'eau au

moyen de canons de fusil qu'ils brisaient et enfonçaient dans la terre. C'est M. Norton qui, plus tard, a perfectionné et rendu pratique cette invention[1].

Les Anglais, en Abyssinie, retirèrent beaucoup d'avantages de l'emploi des puits instantanés, ainsi qu'en témoigne cette lettre d'un commandant de l'armée expéditionnaire, à la date du 20 janvier 1868 :

« On vient de découvrir à Koomaylée, à l'aide du puits tubulaire américain, une source chaude, et comme Koomaylée, la première station sur la route de Senafé, n'est qu'à treize milles de distance de la baie d'Annesley, on parle d'y faire venir l'eau par des tuyaux.... Une des plus grandes difficultés de la Passe de Senafé était le manque d'eau entre le Sooroo supérieur et le Rayray-Guddy, sur une distance de trente milles environ. Un puits tubulaire vient d'être établi à Undul, qui se trouve à peu près à moitié route de ces deux endroits, ce qui facilite singulièrement le mouvement des troupes et les approvisionnements jusqu'à Senafé. »

En Lombardie, dans la Vénétie, et autres lieux du nord de l'Italie, on se procure une grande quantité d'eau pour l'irrigation, au moyen des *fontanili*. Ce sont des cylindres de bois, ayant un mètre environ de diamètre, et assez longs pour atteindre une nappe d'eau qui, ordinairement n'est qu'à deux ou trois mètres de profondeur. L'eau monte et se déverse dans le canal creusé pour la recevoir, qui d'habitude est alimenté par d'autres *fontanili*. Ces sources donnent jus-

1. M. G. Tissandier, *La Nature*, 1880, 1er semestre.

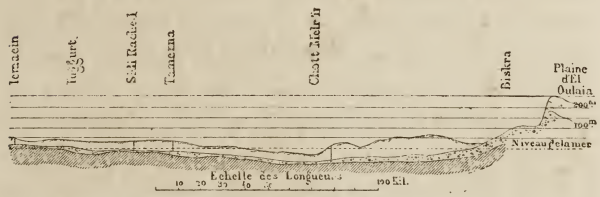
qu'à 200 litres d'eau par seconde. La Lombardie en possède plus d'un millier fournissant un total de 120 mètres cubes par seconde.

La température de cette nappe souterraine est de douze à quatorze degrés centigrades. Pendant l'hiver, elle descend à neuf ou huit degrés, mais rarement au-dessous. Toujours pendant le froid, elle est bien supérieure à celle du sol, qu'elle échauffe, et où elle entretient la fécondité. C'est pourquoi la région des fontanili est couverte, en toute saison, de grasses prairies, nourrissant les vaches si renommées dont le lait sert à la fabrication des fromages de Parmesan. Un hectare produit en moyenne 30 000 kilogrammes de foin.

Mais les plus remarquables des sources provoquées sont connues sous le nom de *puits artésiens*, qui leur vient de leur nombre dans l'ancienne province d'Artois, où l'on en rencontre un, à Lillers, qui date de 1126. On les appelle aussi *puits forés*, et ils consistent simplement en un trou vertical percé dans le sol jusqu'à la rencontre d'une nappe aquifère jouissant de la propriété de jaillir vers la surface du sol et souvent de l'atteindre, ou même de s'élancer au-dessus.

On a dit que les Chinois faisaient des puits il y a déjà des milliers d'années; ce qui est sûr, c'est qu'Olympiodore citait dans le milieu du sixième siècle, les puits forés de l'Oasis. En 1727, Shaw visitant plusieurs provinces de la Barbarie et du Levant fut frappé des forages exécutés par les habitants du Sahara : « Le Wad-reag, dit-il, est un amas de villages situés fort avant dans le Sahara; ces villages n'ont ni sources ni

fontaines. Les habitants se procurent de l'eau d'une façon fort singulière. Ils creusent des puits à cent, quelquefois deux cents brasses de profondeur, et ne manquent jamais d'y trouver de l'eau en grande abondance. Ils enlèvent, pour cet effet, diverses couches de sable et de gravier, jusqu'à ce qu'ils trouvent une espèce de pierre qui ressemble à de l'ardoise et que ' on sait être au-dessus de ce qu'ils appellent *Bahar*



Profil de l'Oued R'ir et des Zibans

Puits artésiens.

tâht el Erd ou la mer au-dessous de la terre, nom qu'ils donnent à l'abîme en général. »

Les Sahariens avaient parmi eux une corporation très respectée, dont les adeptes, désignés sous les noms de *Meallem* (savants) et *R'tassin* (plongeurs), étaient initiés à l'art de creuser les puits jaillissants.

Leurs travaux s'accomplissaient au prix des plus grands dangers, et par des procédés très primitifs. C'étaient les *meallem* qui commençaient la besogne, en creusant une excavation de trois ou quatre mètres de côté, qu'ils prolongeaient jusqu'à la profondeur de la nappe d'infiltration saumâtre (*El-ma-Fessed*), qui varie entre 1 et 6 mètres.

Les Arabes, dit M. Jus[1] à qui nous empruntons ces détails, donnent le nom d'*El-ma-Fessed* (eau mauvaise) à toutes les petites nappes jaillissantes qui leur suscitent des difficultés dans l'exécution des puits. Les ouvriers les épuisent avec des outres en peau de bouc. Tous les habitants du village voisin coopèrent à ce travail sans demander la moindre rétribution.

Lorsque l'excavation a été vidée, les meallem élèvent un boisage, à section carrée, de 70 à 90 centimètres de côté, en troncs de palmiers refendus longitudinalement et préparés en forme de cadres grossiers.

Ce boisage se prolonge dans toutes les parties du puits sujettes aux éboulements; pour le reste, les argiles compactes et les couches de gypse terreux présentent ordinairement une solidité assez grande pour se maintenir seules.

Cette première portion du boisage effectuée, les meallem établissent, sur l'ouverture du puits, un échafaudage composé de deux troncs de palmier de deux mètres de hauteur, reliés au sommet par une traverse de même bois, sur laquelle sont enroulées deux cordes fabriquées avec le pédoncule ou les feuilles du palmier, et destinées à remonter et descendre le coffin que le travailleur doit remplir.

Le meallem est assis au fond du puits, sans lumière : cependant il chante, tout en exécutant son fonçage au moyen d'une petite pioche à manche court.

Parfois, au cours des travaux, les meallem rencontrent des nouvelles eaux parasites, d'un débit assez

1. *Les forages artésiens de la province de Constantine.*

fort pour que l'épuisement ne puisse avoir lieu, ou une roche trop dure pour que la pioche arrive à l'entamer. Un grand nombre de puits abandonnés annoncent que ces deux cas se sont présentés fréquemment.

Si, au contraire, les meallem ont pu arriver sans encombre sur la roche qui recouvre les sables aquifères, c'est-à-dire à une profondeur de 80 mètres, les habitants de l'oasis s'engagent alors à payer la *dia*, ou prix du sang, à l'ouvrier qui donnera le dernier coup de pioche pour livrer passage à l'eau.

Cette dia est débattue entre les intéressés, et varie de 800 à 1600 réaux (un réal vaut environ 55 centimes), suivant l'épaisseur qui reste à creuser dans la couche.

Lorsque les parties sont d'accord, un des meallem les plus habiles, attaché à une corde de la traverse, descend dans le fond du puits et pratique le trou qui doit livrer passage à la nappe.

Bien souvent, il arrive que l'eau sort avec tant de force par ce petit orifice que le malheureux meallem est roulé et asphyxié avant que ses compagnons aient pu le remonter au sol.

Dans certaines régions, l'eau s'élève avec une force ascensionnelle peu puissante et ne se déverse pas sur le sol ; elle provoque ordinairement un ensablement qu'il faut enlever complètement pour que la source puisse prendre un écoulement constant. C'est alors que commence la mission des r'tassins ou plongeurs.

Ceux-ci, pour travailler, doivent être à jeun. Ils commencent vers neuf heures du matin, et finissent vers trois heures du soir.

Le r'tass qui doit faire le plongeon s'approche d'un feu assez vif allumé près du puits, se chauffe fortement tout le corps et se bouche les oreilles avec de la laine imprégnée de graisse de bouc.

Ainsi préparé, il se plonge dans l'eau jusqu'aux épaules, en se tenant avec les pieds contre les parois du puits, fait ses ablutions, sa prière; puis tousse, crache, éternue, se mouche, aspire fortement deux ou trois fois et rejette l'air contre l'eau en produisant un sifflement, dit adieu à ses compagnons et enfin saisit la corde tendue et se laisse glisser.

Tout le travail se fait dans le plus grand silence. Les ordres se donnent par signes. On sent que l'on est en présence d'un danger imminent, et qu'à chaque instant le plongeur court le risque de sa vie.

L'immersion du plongeur dure de deux à trois minutes; il est rare qu'elle se prolonge au delà de trois minutes quarante secondes. Chaque r'tass fait de quatre à cinq plongeons par jour; or, comme le coffin qu'il remplit à chaque fois peut contenir environ 10 litres, son travail est donc évalué à 50 litres de sable extrait.

Il arrive quelquefois que le r'tass est suffoqué pendant son travail. Le chef de la brigade s'en aperçoit aux secousses de la corde qui l'attache, et, sur un signe particulier, un des r'tassin se précipite au secours de son infortuné camarade, sans se préoccuper des préparatifs si minutieux d'une descente ordinaire; et, au bout, de quelques secondes le ramène au jour.

Le premier mouvement de celui qui a été sauvé est

d'embrasser le sommet de la tête de son sauveur, en signe de reconnaissance.

A l'époque où la France achevait la conquête de l'Algérie, la corporation ne comptait plus que peu de membres. Malgré le prestige dont elle était entourée, on montrait peu d'émulation pour apprendre un métier qui trop souvent entraînait la phtisie avec lui. En 1854, l'Oued-Rir' ne possédait plus que douze plongeurs et trois chefs, tous phtisiques ou abrutis par l'abus du *kif*. L'un des chefs disait : « Nos enfants se ramollissent et craignent le danger. Si Dieu, le possesseur des miracles, ne vient point à notre aide, dans dix ans l'Oued-Rir' sera abandonnée et ensevelie sous les sables. »

Cette opinion n'avait rien d'exagéré; déjà plusieurs oasis avaient disparu, lorsque le général Desvaux arrivant à Sidi-Rached, et étant monté au sommet d'un mamelon de sable qui domine l'oasis entière, vit à sa droite les palmiers verdoyants, les jardins cultivés, la vie en un mot; à sa gauche, la stérilité, la désolation, la mort.

Il fit appeler le cheick et on lui apprit que ces différences tenaient à ce que les puits du nord étaient comblés par le sable, et que les eaux parasites empêchaient d'en creuser de nouveaux. Encore quelques jours, et la population devait se disperser, abandonner ses foyers et le cimetière où reposent ses pères. Dès ce moment, le forage des puits artésiens fut résolu.

Le premier coup de sonde fut donné, à Tamerna, oasis de l'Oued-Rir', le 17 mai 1856, et le 9 juin, une véritable rivière de 4000 litres par minute, s'élançait

des entrailles de la terre, et venait récompenser le dévouement des travailleurs, un détachement de la légion étrangère. La joie des indigènes fut immense : la nouvelle de ce forage se répandit dans tout le Sud avec une rapidité inouïe. On vint de très loin pour voir cette merveille. Aussitôt la sonde retirée, on immola une chèvre sur le puits même. Des mères y baignèrent leurs enfants ; et le vieux cheick de Sidi-Rached, ne pouvant maîtriser son émotion, tomba à genoux les yeux pleins de larmes.

Dans une fête solennelle, les marabouts baptisèrent la fontaine nouvelle du nom de *Fontaine de la Paix*, et demandèrent les bénédictions du ciel pour ceux qui avaient exécuté les travaux.

Le sondage de Tamerna prouvait aux Arabes que, là où ils échouaient, la sonde n'avait aucune difficulté, et que, bien dirigée, elle pouvait atteindre l'eau partout. C'était M. Jus qui avait dirigé les travaux.

On ne s'en tint pas là. Toutes les oasis voulaient avoir un puits pareil. Les succès obtenus à Oumel-Thiour et à Chegga, en plein Sahara, inspirèrent à cette époque un barde du pays, le marabout Si-Mohammed-bel-Kadi.

Voici quelques fragments de son chant traduit par M. Féraud, interprète de l'armée.

Gloire à Dieu seul, maître de l'univers !
Je vous annonce des choses merveilleuses.
L'eau a jailli du sein des sables.

. . . . . .

Ce pays désolé
Va enfin renaître, et sera rendu habitable.

Le général Desvaux a accompli cette résurrection ;
L'ingénieur Jus l'a secondé
Pour faire jaillir l'eau
A la surface du sol.

. . . . . .

Deux machines qui tournent et marchent sur elles-mêmes
Vont chercher l'eau dans les entrailles de la terre,
Et la font jaillir abondamment.
Cette œuvre est comparable
A celle de l'homme qui plonge au fond des mers
Pour en retirer des perles.

. . . . . .

Aujourd'hui, le sol des pays civilisés, non seulement dans le vieux monde, mais dans les deux Amériques, en Australie, est criblé de forages artésiens. Certains d'entre eux sont d'une profondeur énorme et leur établissement, fructueux à tant d'égards, fut le résultat des données précises de la science géologique.

A ce point de vue, le puits artésien de Grenelle occupe une place à part, et son succès constitue un des triomphes de la méthode scientifique.

Les études des géologues avaient démontré que Paris est sensiblement établi au centre d'une énorme masse de couches relevées sur leurs pourtours et emboîtées les unes dans les autres, comme des cuvettes empilées. Qu'on aille de Paris à l'est ou de Paris à l'ouest, on retrouve successivement l'affleurement des mêmes couches dans le même ordre et plongeant toutes sous Paris. Certaines roches étant impénétrables aux eaux de pluie, tandis que d'autres se laissent aisément imbiber, l'ensemble de ces terrains comprend un certain nombre de nappes aquifères dont le ré-

gime fixa l'attention. Ainsi quand, arrivant dans le département de la Sarthe, vers le Mans, on quitte les terrains vraiment crayeux pour passer plus à l'ouest aux couches argileuses qui recouvrent le terrain jurassique, on foule aux pieds une couche continue de sable verdâtre très perméable pincée entre deux masses tout à fait étanches : l'eau des pluies, bue par le sable, glissant selon le plongement des assises, s'engouffre vers l'est à la rencontre d'un courant semblable que l'affleurement oriental des mêmes sables a reçu en Champagne et dans les Ardennes, vers Saint-Dizier et Vouziers. Par suite de l'inclinaison générale du sol, cette eau souterraine trouve un écoulement vers le nord-ouest, mais pendant son trajet elle exerce de bas en haut sur la roche qui la recouvre une pression exactement réglée en chaque point par sa profondeur. Les coupes géologiques du Maine, rapprochées, d'après les angles de plongement, des coupes géologiques de la Champagne indiquaient que sous Paris c'est à une distance verticale d'environ 540 mètres que devait passer la nappe d'eau, et le sol de Grenelle étant bien moins haut que les surfaces d'alimentation du Mans et de Saint-Dizier, si une issue était offerte à l'eau, on savait, d'après le principe de physique qui concerne l'équilibre des liquides et sur lequel est fondé l'établissement des jets d'eau, que le liquide s'élancerait en l'air.

Il n'y avait donc aucune place pour l'imprévu, et le succès de l'entreprise réclamée par le besoin d'une alimentation en eau de la grande cité, devait fournir un vrai critérium de la sûreté des doctrines géologiques.

C'est le 28 septembre 1832 que le Conseil municipal de Paris décida que des forages artésiens seraient établis dans la ville : le 15 novembre 1833, après des hésitations, on choisit comme localité favorable l'abattoir de Grenelle, et le 29 du même mois le travail commença. Entravé par une série d'accidents dont quelques-uns fort graves, comme la rupture d'instruments qui se trouvèrent engagés dans le trou, il ne fut terminé que le 26 février 1841. Durant cette longue période de plus de sept années, les savants et le public suivirent avec une véritable anxiété les lents progrès de la sonde. Les échantillons de roches remontés par la cuiller étaient soigneusement comparés aux spécimens recueillis sur les pourtours de plus en plus éloignés du bassin parisien, procurant une vraie joie quand l'analogie était complète, semant l'inquiétude aux moindres différences et excitant dans ce dernier cas l'ardeur toujours prête des ennemis de toute nouveauté. Cette race infatigable d'impuissants qui a déclaré les chemins de fer impossibles, le canal de Suez impraticable, qui déclare aujourd'hui chimérique la mer intérieure d'Afrique, le tunnel sous la Manche, etc., s'est opposée tant qu'elle a pu aux forages artésiens; il faut voir les arguments qu'Arago fait valoir contre elle! Malgré tous ces obstacles le travail fut impassiblement poursuivi. « A 545^{m},19, dit Arago, on fut obligé d'employer un ciseau ; il entra par des mouvements de pression et de rotation continués pendant cinq heures, de 0^{m},41. Une cuiller à soupape, mise ensuite, ne descendit plus bas que de 0^{m},03. C'est dans cet outil qu'on trouva de gros grains de quartz, empâtés

dans de l'argile verdâtre avec des fragments de chaux phosphatée et des pyrites de fer. Une deuxième manœuvre du même instrument descendit de $0^m,05$ seulement et rapporta également de gros grains quartzeux.

« L'avant-dernière cuiller entra de $0^m,28$ et remonta pleine. Sa partie inférieure contenait du sable vert très argileux, qui vint faire renaître l'espérance un moment refroidie, par cette longue série de bancs d'argile. On touchait presque au but; aussi le lendemain, bien avant six heures, maîtres et ouvriers étaient à leur poste. La cuiller, qui fut montée en 3 heures 45 minutes, vint de nouveau confirmer les prévisions de la veille. On ne peut peindre le bonheur qu'éprouvèrent tous les assistants quand il fut constaté que la sonde avait rapporté le sable vert si impatiemment attendu!

« On se hâta de redescendre la cuiller sans que personne voulût pour aucun motif consentir à s'éloigner du chantier de travail. Au bout de deux heures l'outil était arrivé au fond du puits; il tourna d'abord assez librement et entra de $0^m,50$; c'était bon signe. Comme la sonde était un peu plus dure à tourner, on la dégagea en l'enlevant de $0^m,65$, et l'on frappa légèrement au frein; cette secousse fit entrer la cuiller de $0^m,10$. Les chevaux éprouvèrent d'abord de la résistance, et après, une violente secousse, qui ébranla tout l'atelier. « La sonde est cassée ou nous avons de l'eau, » dit alors le directeur du travail. Comme il descendait dans l'excavation pratiquée pour la manœuvre de la sonde, afin de voir si le niveau de l'eau était plus rapproché du sol, un sifflement se fit entendre et l'eau jaillit avec force au-dessus de l'encliquetage. »

Pendant longtemps le puits de Grenelle est resté le forage le plus profond. Élie de Beaumont écrivait : « La profondeur de 548 mètres à laquelle le puits artésien de l'abattoir de Grenelle a été poussé par M. Mulot mérite d'être enregistrée parmi les merveilles de l'industrie humaine. » D'autres trous de sonde sont encore plus profonds : à New-Salzwek on atteint 644 mètres, à Mondorff 730, à Rochefort 975 et à Buda-Pesth plus de 1000.

La chaleur des puits artésiens peut être utilisée avec grand profit, témoin les cressonnières artificielles d'Erfurth, alimentées par une eau pure d'une température invariable, et qui, dit-on, ne rapportent pas moins de 300 000 francs par an.

Les lins de choix destinés à la fabrication des batistes, des linons, des dentelles, etc., sont rouis dans les départements du Nord avec des précautions particulières. On se sert pour cet usage de l'eau des fontaines artésiennes. On a cru remarquer que la limpidité des eaux et la constance de leur température, tout en accélérant la dissolution des gommes-résines, laissent intactes les plus précieuses qualités des filaments de lin[1].

A Cannstadt, il y a des piscines alimentées par de l'eau artésienne et dans lesquelles on peut se livrer en hiver au plaisir de la natation. La municipalité de Pesth a voté 100 000 francs pour la construction d'un puits artésien destiné à fournir de l'eau chaude aux bains publics. Ce puits à 951 mètres de profondeur, il donne par jour 800 mètres cubes d'eau à 70 degrés centigrades.

1. Arago. *Notices scientifiques*, tome III.

Dans beaucoup de circonstances, l'impulsion de l'eau ascendante a reçu des applications purement mécaniques. C'est ainsi que près de Béthune, dans plusieurs autres localités du Pas-de-Calais, en Touraine et en Angleterre, des meules de moulins sont mises en mouvement par des jets artésiens.

Enfin il est des cas maintenant nombreux où les puits forés fournissent de véritables sources minérales, propres à la table ou même douées de propriétés médicamenteuses.

Ainsi on vend sous le nom d'eau de Montrond (Loire) une eau acidule fort analogue à celle de Saint-Galmier : elle provient d'un trou de sonde, pratiqué pour la recherche du charbon, et d'où ont jailli des torrents liquides poussés par d'immenses quantités d'acide carbonique. L'histoire du sondage est fort bizarre et a fourni des données précieuses sur le régime des nappes aquifères souterraines.

A l'arsenal militaire de Rochefort un puits très profond a donné des eaux chargées de sulfates et propres au traitement de certaines maladies. Mais un exemple beaucoup plus net encore existe dans les environs de Buda-Pesth où l'on a obtenu par sondage des eaux extrêmement amères maintenant d'une application médicale courante.

Dans beaucoup de localités déjà dotées de sources minérales on a provoqué artificiellement diverses sorties d'eaux à l'aide de forages : un très grand nombre de stations thermales sont dans ces conditions et les baigneurs ne savent plus distinguer ces eaux provoquées des sources naturelles primitives. A la

Bourboule, à Nauheim, à Buda-Pesth et dans une foule d'autres lieux, ce sont des sources provoquées qu'on exploite. Parfois elles sont jaillissantes et même intermittentes. Ainsi dans la source artificielle de Vaisse, à Vichy, on voit l'eau du bassin descendre et le laisser complètement vide pendant 50 minutes, puis elle revient avec force, accompagnée d'une grande quantité de gaz, et jaillit ainsi pendant six à dix minutes. Elle accomplit toujours sa période dans l'espace d'une heure.

Les travaux de mines et les autres excavations provoquent souvent de vraies sources analogues alors à celles des cavernes. Les machines d'exhaure des exploitations souterraines n'ont pas à extraire seulement les eaux de suintement venant d'en haut par les puits et les galeries qui se comportent comme des drains ; elles ont souvent à enlever le produit de véritables griffons.

C'est ainsi que pendant les percements du Saint-Gothard et du Mont-Cenis on a noté la rencontre de beaucoup de sources dont plusieurs auraient pu être exploitées pour la thérapeutique. Nous avons vu nous-même des sources jaillissantes dans la portion de tunnel sous-marin partant de Sangatte, près Calais, à destination de l'Angleterre.

Une mine de houille à Carmaux (Tarn) a rencontré à 120 mètres de profondeur une source remarquable par le dépôt d'un silicate de chaux prenant exactement par la dessiccation l'apparence du carton.

Dans l'ouest des États-Unis les incomparables mines de Comstock ont provoqué des sources très volumi neuses et exceptionnellement chaudes.

CHAPITRE XIV

L'ART DE DÉCOUVRIR LES SOURCES

Ces sources que les hommes ont de toute antiquité cherchées à l'égal des trésors, on a cru, pendant longtemps, pouvoir les découvrir par des moyens occultes : certains individus, doués d'un pouvoir spécial, possesseurs comme les fées d'une baguette - la baguette divinatoire — pouvaient dire : Fouillez-ici, vous y trouverez l'eau bienfaisante. *Sourcier* ressemble fort à *sorcier*, et pour des oreilles peu fines, il est facile de s'y tromper. Heureusement le bon sens et l'esprit scientifique ont fait justice de ces prétendus découvreurs, de bonne foi souvent, et victimes tout simplement d'un phénomène physiologique qu'il ne faut pas nier, et dont M. Chevreul a rendu compte[1].

La méthode de l'abbé Paramelle est justement célèbre; elle repose entièrement sur l'observation et la connaissance de l'écorce terrestre. Dans la préface de son beau livre : *l'Art de découvrir les sources*, il l'a

1. *De la baguette divinatoire, du pendule dit explorateur et des tables tournantes*, 1 vol. in-8°, 1854.

si bien exposée qu'on ne peut mieux faire pour en donner une idée que d'en citer textuellement quelques passages :

« La géognosie, qui a pour objet de faire connaître, non seulement les terrains qui sont à découvert, mais encore ceux qui sont cachés, me parut, il y a trente-quatre ans, être la science la plus propre à fournir des lumières sur les cours d'eau souterrains.... J'employai neuf ans à étudier les terrains, et à recueillir les nombreuses observations qu'on verra dans le cours de ce Traité... L'hydrographie souterraine, entièrement subordonnée au gisement et à la constitution des dépôts terrestres, présente les mêmes anomalies et les mêmes exceptions que les terrains. La connaissance des cours d'eau, tant visibles que souterrains, offre des lois générales qui sont incontestables dans la presque totalité des cas, et qui cependant sont, pour la plupart, contredites par quelques faits particuliers; par exemple, *tout cours d'eau qui se rend dans un plus grand, converge vers l'aval de celui-ci;* cependant le Gier, marchant à peu près en ligne droite du midi au nord, se jette à Givors dans le Rhône, dont le cours va du nord au midi. L'hydroscopie, pas plus que la géologie, ne peut donc être rangée parmi les sciences exactes, telles que la mécanique, l'hydraulique et autres parties de la physique; mais les quelques exceptions qui peuvent être opposées dans une localité ou dans l'autre, n'empêchent pas que les lois générales qui ont été posées, d'après l'universalité des faits observés, ne soient des règles assez sûres pour diriger l'hydroscope dans ses recherches et le faire réus-

sir dans la très grande majorité des tentatives.... »

« La tâche que j'entrepris, il y a vingt-huit ans, de fournir au public une théorie raisonnée sur l'art de découvrir les sources, aurait dû naturellement être remplie par quelque géologue profond, qui aurait traité cette matière en maître, et non être laissée à un pauvre succursaliste de campagne, qui n'avait pas assez de livres pour étudier les terrains à fond, ni assez de temps pour les explorer au loin, ni à sa portée des hommes assez instruits pour l'aider de leurs conseils.... Malgré tous ces motifs de découragement et le ridicule universel qui m'attendait en cas d'insuccès, profondément ému des maux sans nombre que la disette d'eau causait tous les ans dans le département du Lot, je consultai d'abord les plus grands livres qu'il me fut possible pour tâcher d'y trouver quelque moyen de découvrir les sources ; mais ce fut inutilement.... Ce que je recueillis de plus positif, ce fut la conviction qu'aucun de ces hydrographes ne s'était donné la peine d'aller parcourir les terrains sur de grandes étendues, dans le but de reconnaître la présence des sources; qu'ils s'étaient bornés à se copier les uns les autres, ou à bâtir des systèmes plus ou moins invraisemblables sur leur origine. Voyant donc que personne n'avait rien écrit de satisfaisant sur cette matière, et que cette science était encore à créer, je me sentis porté à faire au moins tout ce que je pourrais pour essayer d'y poser quelques jalons. Bien que l'entreprise fût de beaucoup au-dessus de mes forces, me souvenant que l'importance d'une découverte ne se mesure pas sur la capacité de son auteur, je résolus

d'étudier l'hydrographie souterraine sur le terrain même, d'y recueillir le plus grand nombre possible de faits, de les coordonner et de voir s'ils seraient concordants ou non. Lorsque, après plusieurs années de courses et d'observations, je tombai heureusement sur la bonne voie, et que je me fus assuré, par l'examen de plusieurs milliers de localités, que les sources se forment, marchent sous terre et en sortent dans des circonstances de terrain à peu près identiques, j'eus la certitude que j'avais travaillé sur un bon plan, et j'espérai que l'hydroscopie pourrait enfin passer dans le domaine des sciences rationnelles. »

Pendant vingt-cinq ans, l'abbé Paramelle expérimenta sa théorie dans plus de trente mille localités, situées dans quarante départements. « Elle a été appliquée sur toutes les espèces de terrains qui existent en France, depuis les plus compacts jusqu'aux plus désagrégés, et depuis les plus régulièrement stratifiés jusqu'aux plus bouleversés. L'application en a été faite à toutes sortes de hauteurs, depuis les falaises de la Normandie jusqu'aux ballons des Vosges, depuis les landes du Bordelais jusqu'aux plus hautes habitations des Pyrénées, et depuis l'embouchure du Rhône jusqu'aux villages les plus haut placés dans les Alpes françaises.... »

Au bout de quelques années de pratique, cet admirable observateur en était arrivé à désigner de loin certaines sources et à déterminer leur volume, à décrire le revers de montagnes ou de collines dont il ne voyait qu'un côté, et à annoncer que telles ou telles maisons dont il entendait parler pour la première fois étaient lézardées.

Les populations rurales, auxquelles il rendait tant de services, avaient bien de la peine à ne pas le prendre pour un sorcier sans égal. Dans ses explorations, il était toujours accompagné d'un grand nombre de curieux. Ce ne sont pas ces gens naïfs qui ont lu son livre, car ceux pour qui fut écrit *l'Art de découvrir les sources* étaient depuis longtemps convaincus que l'auteur n'était qu'un bon géologue doublé d'un homme de bien.

Entre autres exemples de ses procédés, voici comment l'abbé Paramelle détermine la profondeur d'une source, située dans un vallon : « Les fonds de presque tous les vallons étant comblés de terrains de transport, excepté dans les étranglements, et des milliers d'expériences m'ayant montré que la ligne d'intersection des deux coteaux est généralement la plus grande profondeur à laquelle la source puisse se trouver sous ces encombrements, on détermine, par les moyens qui ont été indiqués, le point du thalweg où l'on veut placer la fouille, et l'on y plante un jalon; on mesure la distance qu'il y a entre ce jalon et le pied d'un des coteaux ; on nivelle ce coteau pour connaître sa hauteur et la distance horizontale qu'il y a entre sa corniche et une ligne verticale qui s'élèverait du pied du coteau. Cette hauteur et cette distance se composent des hauteurs et distances partielles qu'on a trouvées dans des stations du nivellement. L'opération terminée, on établit la proportion suivante:

« La distance AB, qu'il y a entre la corniche et la ligne verticale qui part du pied du coteau est à la hauteur BC, du coteau, comme la distance horizon-

tale CD, qu'il y a entre le pied du coteau et le point où l'on veut creuser, est à la profondeur DX de la source. Ainsi : AB : BC :: CD : DX. En multipliant la hauteur BC par la distance CD, et divisant le produit par la distance AB, on trouvera au quotient la profondeur qu'il y a depuis D jusqu'à X, qui est le point où coule la source. »

DEUXIEME PARTIE

LES SOURCES MINÉRALES ET LES SOURCES THERMALES

Parmi les eaux qui jaillissent de toutes parts, il en est que signalent tout de suite leur saveur, parfois très prononcée, ou leur température, parfois très haute. Ces eaux, désignées dans les deux cas sous le nom général de minérales, et sous celui plus spécial de thermales dans le second, présentent un grand intérêt : le savant y trouve le sujet d'études très vastes ; le médecin en fait un de ses moyens les plus efficaces contre la maladie.

Nous allons successivement les examiner à des points de vue très divers.

CHAPITRE I

LES STATIONS D'EAUX CHEZ LES ANCIENS ET CHEZ LES MODERNES

Des profondeurs du sol, chaudes de sa chaleur mystérieuse, chargées des principes qui sont ceux de notre sang, de nos tissus, les eaux minérales arrivent au jour, offrant à l'homme appauvri par la maladie, par le travail, par les plaisirs, tout ce qui lui manque pour continuer à vivre. Elles sont riches en substances salines, riches aussi en substances organiques qui les rendent onctueuses et nourrissantes. Comment nier sérieusement leurs vertus? Comment soutenir qu'elles ne sont qu'une affaire de mode? Les remèdes, comme beaucoup de choses, ont leur heure : tel qui guérissait hier est impuissant aujourd'hui. — Mais les eaux minérales, aussi loin que nous nous reportions, ont soulagé mille maux. Les Grecs en usaient: « Tout le terrain aux environs de la grotte des Nymphes Anigriades est rendu humide et fangeux par la présence d'une source, dont les eaux se déversent en grande partie dans l'Anigrus, et comme ce fleuve, malgré sa profondeur, est peu rapide, son lit se trouve également converti en un marais stagnant, dont les eaux ont une

odeur infecte et sulfureuse qui se fait sentir à vingt stades à la ronde et rend immangeables les poissons qu'on y pêche. Les mythographes expliquent cette circonstance de différentes manières : Suivant les uns, des centaures blessés par les flèches d'Hercule auraient lavé leurs plaies dans le fleuve pour en exprimer le venin de l'hydre; suivant d'autres, Mélampus aurait employé les eaux de l'Anigrus comme eaux lustrales pour la purification des Prœtides. Toujours est-il qu'aujourd'hui on les prescrit en lotions contre toutes espèces de dartres. Il paraît même que le nom de l'Alphée vient de la propriété qu'ont aussi les eaux de ce fleuve de guérir les dartres appelées alphes. » (Strabon, livre VIII.)

Des ruines attestent le séjour des Romains sur les sources minérales qui sont extrêmement nombreuses sur les bords de la mer Morte; les colonnes et les autres pièces d'architecture ont été taillées dans le calcaire incrustant, et sont en partie engagées sous les nouveaux dépôts d'incrustation qui se sont effectués depuis, et qui ne tarderont pas à les recouvrir entièrement[1].

Ces sources sont alignées d'une façon remarquable le long de la faille principale du bassin de la mer. Elles renferment des chlorures, des sulfates et des carbonates de chaux, de soude et de potasse, c'est-à-dire les principales substances contenues dans les eaux de la mer Morte.

Parmi les plus remarquables sont les sources de

1. Lartet. *Voyage d'exploration à la mer Morte.*

Zara, dont certaines atteignent une température de 43°. Elles se font jour au milieu des dépôts fort puissants qu'elles ont accumulés sur le plateau du même nom, où les Arabes cultivent du blé et du maïs.

C'est également dans la région de la mer Morte qu'est située la source de Callirhoë, célèbre par le récit de Josèphe, et par le soulagement qu'Hérode, sur la fin de sa vie, venait y chercher à ses maux. Josèphe prétend que deux sources, l'une très chaude, et l'autre très froide, s'échappaient du rocher par deux cônes en forme de mamelles. Des voyageurs plus sérieux ont seulement vu des jets très abondants d'eau chaude, qui, se mêlant au Zerka-Maïn, lui donnent sa haute température (31 degrés) et son apparence laiteuse. Près des sources de Callirhoë, Josèphe a signalé l'existence du soufre et de l'alun. Un autre auteur y a vu seulement de riches dépôts d'alun.

On trouve d'ailleurs les traces des Romains dans la plupart des stations que nous fréquentons aujourd'hui, et l'on reconnaît qu'ils avaient pour les eaux thérapeutiques une vénération plus grande encore que pour les eaux simples. Ainsi dans ce temple de Sérapis, si célèbre par les mouvements du sol sur lequel il est construit[1], il y avait quatre sources thermales!

C'est souvent dans un état de conservation admirable que nous sont parvenus les thermes des Romains. A Baden-Baden, *Civitas Aurelia*, une magnifique piscine est encore revêtue de marbres et divisée en quatre compartiments dans lesquels un grand

1. Mme Stanislas Meunier. *L'Écorce terrestre*, p. 17.

nombre de personnes pouvaient se livrer à la natation. Dans la même ville, se voit un *vaporarium* qui avait des colonnes en briques creuses où circulait la vapeur, et des ouvertures habilement ménagées pour la répandre dans la pièce. A Aix, en Provence, on admire encore les piscines du proconsul Sextius.

Au Mont-Dore, il y avait des bains et un temple : sur la place Michel-Bertrand, on remarque, en face de l'établissement, des carrés de pierres blanches enclavés l'un dans l'autre : c'est l'emplacement du Panthéon. Pendant bien longtemps, le nom en est resté aux terrains environnants; on les appelait le terroir du Panthéon. Une piscine trouvée en 1867 avait 5 mètres de longueur, 5 mètres de largeur et 70 centimètres de profondeur. Deux escaliers y conduisaient. On a également retrouvé les restes d'une piscine en marbre blanc, destinée sans doute aux patriciens qui s'étaient bâti des villas dans cette partie de l'Auvergne. Des routes nombreuses facilitaient les communications.

Sous la domination romaine, les thermes de Luchon, dans les Pyrénées, jouirent d'une grande prospérité. Vers l'an 194, l'empereur Septime Sévère y fit faire d'importantes réparations. On a découvert dans les anciennes constructions des autels votifs élevés non seulement aux dieux latins, mais aussi par les anciens habitants, les Aquitains, à leurs dieux celtes.

A Bourbonne, dans un puits antique établi sur la principale source, et mis à sec en 1874, on ramassa, sous une couche de boue de 30 centimètres, 4700 médailles de bronze, de laiton, d'argent ou d'or. Ces dernières, au nombre de quatre, étaient aux effigies de

Néron, Adrien, Faustine jeune (femme de Marc Aurèle), Honorius. Il y avait un certain nombre de pièces gauloises en argent, dont une à l'effigie du chef gaulois Germanus, fils d'Indutillus, et en même métal, des monnaies consulaires, et surtout des monnaies impériales. Parmi les monnaies de bronze, dominaient celles d'Auguste, de Vespasien, de Faustine, de Domitien, de Trajan, d'Antonin, de Marc Aurèle, de Lucille, de Commode, de Constant et de Magnence. Il y avait aussi des statuettes en bronze, des épingles et des bagues en or pâle allié de beaucoup d'argent, des grains de colliers en succin, etc. C'étaient évidemment des offrandes à la source. Quant au puits, c'était une construction très savante. Le mur rectangulaire qui en formait les parois était sur pilotis. Des galeries y aboutissaient.

Dans un grand nombre de localités thermales on rencontre, autour du point d'émergence des sources, un béton romain composé de fragments de briques et de pierres, réunis par un ciment de chaux. Tel est celui qui, aux sources de Plombières, s'étend sur plus de 100 mètres de longueur avec une épaisseur qui atteint 3 mètres. L'eau thermale qui jaillissait sous le béton s'élevait par des cheminées verticales en pierre de taille pour s'écouler ensuite vers les piscines : c'est ainsi que les antiques ingénieurs évitaient le mélange des infiltrations de la rivière avec les eaux minérales.

Toutefois les Romains avaient eu dans notre pays des prédécesseurs au bord des sources. Sous les fondations romaines, au Mont-Dore on retrouva, par exemple,

une piscine gauloise faite en madriers de sapins équarris rapprochés les uns des autres. Les druides, sans nul doute, avaient exploité les vertus curatives de ces eaux bienfaisantes placées au centre d'impénétrables forêts[1].

Après l'invasion des Barbares, les sources furent oubliées. Le moyen âge, trop porté par principe religieux à considérer le corps comme une guenille, ne se servait ni d'eau simple pour la propreté, ni d'eau minérale pour la santé. Il faut attendre le quinzième, le seizième siècle pour revoir des voyageurs sur le chemin des sources. Mais alors, et plus tard même, il y avait chez nos ancêtres quelque répugnance à employer, pour l'usage interne, l'eau minérale, — répugnance qu'exprime fort naïvement un vieil auteur[2] à propos d'une source de Clermont : « Je confesseray librement ne m'estre iamais enbesoigné de porter personne à s'en seruir. Non que je n'aye toujours eu quelque ambition de recognoistre leur propriété par expérience : mais parce que ie n'ay iamais trouué personne disposée à la créance qu'elle peust seruir à la santé, d'autant que le vulgaire a toujours creu que ces eaux auoyent esgalle propriété de petrefier dans les corps viuants que sur la terre. La crainte de calomnie plus fréquente d'estre portée en Auuergne contre les médecins, qu'en tout autre lieu du monde, m'a retiré de la résolution que j'auais prise d'opiniastrer ce bon œuvre. »

1. Léon Chabory. *Guide du promeneur au Mont-Dore.*
2. Jean Banc.

Mais tous les contemporains de Jean Banc n'étaient pas de son avis, et du temps de Louis XIV la mode était aux saisons d'eaux autant qu'à présent.

La vie était la même, et si Mme de Sévigné était encore de ce monde, elle écrirait encore, de Vichy : « On va à six heures à la fontaine : tout le monde s'y trouve; on boit, et l'on fait une fort vilaine mine ; car imaginez-vous qu'elles sont bouillantes, et d'un goût de salpêtre fort désagréable. On tourne, on va, on vient, on se promène, on entend la messe, on rend ses eaux, on parle confidemment de la manière dont on les rend : il n'est question que de cela jusqu'à midi. Enfin, on dîne. Après dîner, on va chez quelqu'un.... J'ai commencé aujourd'hui la douche; c'est une assez bonne répétition du purgatoire... Représentez-vous un jet d'eau contre quelqu'une de vos pauvres parties, toute la plus bouillante que vous puissiez vous imaginer. On met d'abord l'alarme partout, pour mettre en mouvement tous les esprits ; et puis on s'attache aux jointures qui ont été affligées; mais quand on vient à la nuque du cou, c'est une sorte de feu et de surprise qui ne se peut comprendre; c'est là cependant le nœud de l'affaire. Il faut tout souffrir, et l'on souffre tout, et l'on n'est point brûlée, et on se met ensuite dans un lit chaud, où l'on sue abondamment, et voilà ce qui guérit. »

Les détails piquants abondent chez Mme de Sévigné : les médisances, les anecdotes égayent les conversations des baigneurs qui se rencontrent. Ce n'est pas notre époque, qui a inventé d'amuser des gens condamnés à se gorger d'eaux plus ou moins gazeuses : depuis

longtemps le bon sens a assimilé une saison d'eaux à des vacances. Déjà les gens du pays s'ingénient à leur procurer des distractions : des jeunes filles viennent devant eux danser la bourrée, et Mme de Sévigné les compare aux bergères de ses grands romans précieux.

« Se distraire, dit le docteur Nicolas dans son excellente étude sur la *Bourboule actuelle*, c'est changer l'objet de ses occupations et de ses préoccupations. Il est malheureusement plus facile de recommander les distractions aux malades que de leur enseigner le moyen de s'en créer d'utiles ou même d'utiliser celles qui se trouvent à leur portée. Dans les villes d'eaux, on s'attache à les réunir en grand nombre; il faut, en effet, qu'elles soient des plus variées afin que chacun puisse y trouver son compte; il faut, en outre, qu'elles ne s'imposent pas forcément à ceux des baigneurs qui, recherchant surtout le calme et la retraite, désirent s'y soustraire. »

D'après les recensements opérés en 1883 et 1884 par l'administration des Mines, M. Jacquot[1] constate que le nombre des sources minérales existant sur le territoire français, l'île de Corse comprise, dépasse le chiffre de 1200.

Ces 1200 sources sont très inégalement réparties. C'est le département du Puy-de-Dôme qui tient la tête de la liste avec 130 sources; celui des Pyrénées-Orientales en compte 100; l'Ardèche 77; les Vosges 76;

1. *Mémoire sur les stations d'eaux minérales de la France.*

l'Ariège 69; les Hautes-Pyrénées 64. Viennent ensuite 4 départements possédant entre 30 et 40 sources; ce sont, dans un ordre décroissant : la Loire 38; le Cantal 34; la Haute-Garonne et les Basses-Pyrénées chacun 31.

CHAPITRE II

LES EAUX A TRÈS FAIBLE MINÉRALISATION

Quelques sources donnent des eaux remarquablement pures : le chimiste le plus précis n'y trouve que quelques milligrammes de matière saline par litre, et le pharmacien, comme le photographe, peuvent sans dommage les substituer à l'eau distillée. Un griffon des environs de Gérardmer est dans ce cas et l'on pourrait en citer bien d'autres.

Grand motif d'étonnement pour qui réfléchit, que cette pureté possible des eaux naturelles et même que la faible minéralisation de la plupart des suintements de la surface! Il semblerait que tout ce qui est soluble dans le monde devrait sans cesse charger les eaux et même s'y accumuler.

Bernard Palissy, que nous avons dejà cité, a abordé ce sujet, et nous ne pouvons résister au plaisir de lui emprunter cette page :

« Practique. — Il faut que tu croyes fermement que toutes les eaux qui sont, seront et ont esté, sont créées dès le commencement du monde : et Dieu ne voulant rien laisser en oysiveté, leur commande aller et venir et produire. Ce qu'elles font sans cesse, comme i'ay

dit que la mer ne cesse d'aller et venir. Pareillement les eaux des pluyes qui tombent en hyver remontent en été pour retomber encore en hyver; et les eaux et la reuerbération du soleil et la siccité des vents frappant contre la terre fait esleuer grande quantité d'eau, laquelle estant rassemblée en l'air et formée en nuées, sont portées d'un costé et d'autre comme herauts enuoyez de Dieu. Et les vents poussant lesdites vapeurs, les eaux retombent par toutes les parties de la terre, et quand il plaist à Dieu que ces nuées (qui ne sont autre chose qu'un amas d'eau) se viennent à dissoudre, lesdites vapeurs sont converties en pluyes qui tombent sur la terre.

« Théorique. — Véritablement ie connais à ce coup que tu es vn grand menteur : et si ainsi estoit que les eaux de la mer fussent eslevées en l'air et tombassent après sur la terre, ce serait des eaux salées; te voilà donc pris par tes paroles mesmes.

« Practique. — C'est fort mal théoriqué à toy : me cuides-tu surprendre par ce point? tu es bien loing de ton compte. Si tu auois considéré la manière comment se fait le sel commun, tu n'eusses mis vn tel argument en auant, et s'il estoit ainsi que tu dis, l'on ne pourroit iamais faire de sel, mais il te faut entendre que quand les sauniers ont mis l'eau de la mer dedans leurs parquetages pour la faire congeler à la chaleur du soleil et du vent, elle ne se congeleroit iamais n'estoit la chaleur et le vent qui esleuent en haut l'eau douce qui est entremeslée parmy la salée. Et quand l'eau douce est exalée, la salée se vient à craimer et congeler : voilà comment ie prouve que les nuées

eslevées de l'eau de la mer ne sont point salées. Car si le soleil et le vent exaloyent l'eau salée de la mer, ils pourroyent aussi exaler celle de quoy l'on fait le sel, et par ce moyen il seroit impossible de faire du sel, Voilà tes argumens vaincuz. »

La faible minéralisation des eaux n'est du reste pas exclusive de sources froides, et beaucoup d'eaux même très thermales, sont bien connues des malades sans que rien dans leur composition puisse expliquer leur efficacité. Nous en citerons quelques-unes :

A Plombières (Vosges), les sources émergent du granit porphyroïde, sur une longueur d'environ 200 mètres : les tempérées, au-dessus des plus chaudes. Elles sont en rapport avec les filons de quartz, de spath fluor et de barytine coupant le granit. Des sources dites savonneuses jaillissent des parois de ces filons[1].

Au cours des travaux de captage exécutés par M. Jutier, on retrouva les sources anciennes les plus chaudes; au moment de la découverte, le robinet romain montait à 74°; il est descendu à 70°.

Vingt-sept sources régulières donnent au delà de 700 mètres cubes en vingt-quatre heures. Les principaux éléments signalés par l'analyse de M. Lefort sont : silicates, 0,10; sulfate de soude, 0,10; bicarbonates 0,05; traces d'arsenic. La minéralisation totale ne représente que $0^{gr},30$ par litre. La matière onctueuse qu'on appelle savon minéral, est du silicate d'alumine qui se dépose dans le bassin de quelques sources.

1. Dr Labat. Article Plombières extrait du *Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques.*

On emploie les eaux de Plombières en boisson, en bains, en douches. Les sources chaudes des Dames et du Crucifix, et la source froide ferrugineuse servent à la boisson. Le bain est la médication principale. Aussi les établissements sont-ils fort nombreux dans la ville. Les rhumatismes, les maladies du système nerveux et du système digestif sont traités avec succès à Plombières.

Plombières est, comme beaucoup de villes d'eaux, située dans une gorge où la chaleur et le froid se succèdent quelquefois très rapidement. Ainsi, après un orage, la température peut descendre de 30 à 15 degrés. L'altitude de la vallée est de 450 mètres.

Luxeuil (Haute-Saône) n'est qu'à peu de distance de Plombières, et il y a entre leurs eaux de grandes analogies. Luxeuil, comme Plombières, possède des sources savonneuses et des sources ferrugineuses. On trouve au fond des bassins de Luxeuil, un enduit noirâtre, et dans les canaux des concrétions siliceuses stalactiformes. Les eaux sont limpides, incolores, et d'une saveur à peine appréciable. Elles sont abondantes ; les plus chaudes ont 56 degrés centigrades. Ce sont des eaux calmantes, souveraines contre les douleurs nerveuses.

Les eaux de Néris, limpides, onctueuses à cause de la grande quantité de conferves qui s'y développent, puissantes par leur température, qui est de 51 degrés, ont une minéralisation tout à fait insignifiante. Elles contiennent par litre, moins d'un gramme de sels, à base de soude, ainsi que des traces de carbonate de chaux et de la silice. Le gaz qui s'en dégage est de l'a-

zote, mélangé de deux à trois centièmes d'acide carbonique.

Les bains, les douches sont fort bien installés à Néris. Dans l'établissement, il y a un *vaporarium*, c'est-à-dire une vaste pièce où les malades viennent respirer la vapeur qui s'échappe du puits de César.

Les maladies nerveuses, les rhumatismes, certaines affections de la peau, trouvent souvent un remède dans les eaux de Néris.

C'est à Néris qu'on a spécialement étudié une matière organique particulière, désignée sous les noms de barégine, de glairine, etc.

« Un enduit glaireux s'attache d'abord aux parois des bassins, et dans le principe le microscope solaire, muni des plus forts grossissements, n'y laisse apercevoir qu'une sorte de gélatine transparente dans laquelle on ne peut rien distinguer; mais bientôt après des filaments, presque toujours articulés, se développent au milieu du mucus, s'allongent, se ramifient, se multiplient à l'infini et annoncent le commencement d'une véritable organisation. Au bout de quelques jours, ces filaments s'agglomèrent, toujours liés par le mucus, et forment des membranes plus ou moins étendues qui se colorent en un beau vert et qui s'accroissent rapidement. Des bulles d'air se développent alors au contact de la lumière et souvent dans l'intérieur des membranes; elles les gonflent, les distendent, y restent emprisonnées, et, faisant l'office de flotteurs, elles détachent du fond ces Algues de nouvelle création, qui viennent nager à la surface, quelquefois retenues encore par des espèces de tubes qui descendent

jusqu'au fond des bassins. Dans ces plantes, la matière organique est presque intacte, et elle acquiert un certain degré de stabilité dont on peut profiter pour la recueillir. Elle se décompose assez facilement dès qu'elle est sortie de l'eau; mais on peut la conserver en l'exprimant légèrement et la plaçant dans des vasés avec une certaine quantité de sel marin[1]. »

Les sources de Bade (Duché de Bade) sont toutes thermales. L'*Ursprung*, la plus célèbre, est renfermée dans une espèce de tour circulaire, ouvrage des Romains. Elle a une température de 65 degrés, et un nuage de vapeur la recouvre. Extrêmement abondante, elle s'échappe en bouillonnant à travers un pavé de marbre blanc, pour se rendre dans un réservoir d'où elle est distribuée par des tuyaux dans les buvettes. Les eaux de Bade sont fort peu minéralisées. Aussi y mêle-t-on presque toujours une dose de sels de Carlsbad. Il y a, du reste, dans cette station fantaisiste, un certain nombre de malades qui, au lieu de se traiter par l'eau de Bade, s'adressent au dépôt très bien approvisionné que l'on a établi à la Trinkale des principales sources de l'Europe, et prenant, qui de l'eau de Vichy, qui de l'eau de Spa, ne demandant à Bade que ses fêtes, sa roulette, peut-être aussi l'air vif des forêts. Quoique les eaux de Bade soient assez complaisantes, et puissent être rangées au nombre de ces remèdes qui, s'ils ne font pas de bien, ne font pas de mal, leur thermalité peut combattre

1. Lecoq. *Les Eaux minérales considérées dans leurs rapports avec la chimie et la géologie.*

Sources de Pfäffers.

des névralgies et des rhumatismes qui se seraient mal trouvés d'eau trop actives.

La station de Pfäffers est à peu de distance du village de Ragatz, situé dans le canton de Saint-Gall, sur la limite de celui des Grisons. Il n'y a entre les deux localités qu'une demi-heure de route le long du torrent de la Tamina.

Pfäffers possède deux sources principales dont la température est de 35 à 36 degrés. La source supérieure a un débit des plus abondants; elle fournit jusqu'à 7 mètres cubes par minute. L'eau, sans odeur ni saveur, est en effet très peu minéralisée. La somme des matières fixes n'est que de $0^{gr},30$. Les sels ne sont autres que ceux de l'eau commune. Les proportions des agents actifs, tels que iodures, bromures, sont de l'ordre des cent-millièmes. Cependant, l'action thérapeutique des eaux de Pfäffers est très réelle. On y traite des maladies nerveuses, des gastralgies. On les prend en boissons et en bains.

M. Edouard Charton a donné une description dramatique des sources de Pfäffers[1]. « Des deux rives de la Tamina, large au plus de quarante pieds, jaillissent des roches formidables qui paraissent en mouvement : celles de droite se précipitent sur celles de gauche, qui s'inclinent pour fuir, mais n'échappent pas, çà et là, aux rudes assauts de leurs ennemies : c'est une bataille de géants dans le Ténare. Ces roches ont, par endroits, la blancheur blafarde des spectres; sur leurs anfractuosités légèrement estompées, pas un brin d'herbe,

1. *Tour du Monde*, tome X, p. 118, 1864.

pas une mousse. Une impression instinctive porte à reculer de quelques pas, de crainte de les voir s'écrouler. L'espèce de voûte inégale, crénelée, déchiquetée, que forment leurs rudes arêtes est d'une hauteur prodigieuse. De distance en distance, quelques échancrures y laissent apercevoir le bleu du ciel, de rares rayons de soleil semblables à des lames d'or, des arbrisseaux paisibles : le contraste fait frissonner; on voudrait être transporté tout à coup là-haut. Les oreilles ne sont pas moins terrifiées que les yeux. La Tamina se débat avec rage entre les fragments écroulés : ses saccades furibondes, ses flots tour à tour blanchissants ou sombres, s'élancent en tumulte hors de l'abîme infernal. A travers ce désordre et ce vacarme, on fait quelques centaines de pas sur une sorte de plancher étroit, humide, échafaudé tant bien que mal le long des rochers de gauche, et l'on arrive à un point où l'on aperçoit au-dessus de soi, dans la voûte, un plus grand espace de verdure à découvert. On est devant un petit mur percé de deux portes basses d'où sort une vapeur épaisse : l'une de ces portes introduit à la source principale, le Chaudière, le Kessel. Avant d'entrer, il faut se dévêtir en partie pour ne pas s'exposer à être inondé de sueur, et se faire précéder d'une lumière. Le couloir est très étroit. A cinquante pas, on s'arrête au seuil d'une grotte à stalactites, d'un diamètre de six à huit pieds et pleine de l'eau de la source, dont la chaleur est de 37 degrés. L'autre porte mène à une petite niche où l'on peut vérifier, sur les chiffres d'une échelle, la hauteur variable du niveau de la source. Deux énormes tuyaux, semblables

à des serpents, sortent du rocher et vont porter l'eau, l'un au couvent, l'autre à Hof-Ragatz. »

Les sources sont connues depuis 1038; on raconte qu'un chasseur de l'abbaye vit de la vapeur s'élever du fond de l'abîme et en rechercha la cause. On commença à les utiliser en 1242, et de la façon la plus singulière. « Pendant près de quatre siècles, à dater de cette époque, dit Constantin James[1], on se servit de cordes et d'échelles pour descendre les malades, du sommet de la montagne dans la gorge même. Ceux qui étaient sujets au vertige étaient attachés sur une chaise, et on leur bandait les yeux. L'édifice thermal n'était qu'une simple maisonnette de bois, soutenue au moyen de pieux enfoncés dans le roc, à 150 pieds au-dessus de la Tamina. On voit encore les trous qui lui servaient d'appui. On restait ainsi dans le bain pendant plusieurs jours et plusieurs nuits de suite. On y mangeait, on y dormait; puis, la cure finie, vous étiez hissé de nouveau par la même route aérienne. » Il fallut qu'un incendie détruisît, en 1630, la maisonnette suspendue, pour que l'on construisît, à travers le défilé, le fameux passage, et qu'on fît arriver l'eau minérale, au moyen de tuyaux, sur l'emplacement du monastère. C'est l'eau de Pfäffers qui alimente les bains de Ragatz, où l'on ne perd que 2 ou 3 degrés de chaleur.

Gastein est situé à 48 kilomètres de Salzbourg, sur le versant des Alpes Noriques, entre la Salza et la Drane. Là sont des sources thermales, dont la plus

1. *Guide pratique aux principales eaux minérales.*

chaude, le Spitalquelle a une température de 45 degrés. Elles sont si considérables qu'elles grossissent notablement, à leur confluent, le cours de l'Ache.

Ces sources sortent de la terre en nappes brillantes, et ressemblent à une belle eau de roche. Elles n'ont aucune saveur; et en effet, les analyses les plus délicates n'y ont constaté que de faibles traces de sels insignifiants. Leur action, cependant, est des plus active; — si active que les personnes pléthoriques sont mortes pour en avoir usé. Quand on se plonge dans l'eau de Gastein, la peau se resserre; pendant quelques minutes, on éprouve de la gêne à respirer; le pouls est plein, dur, et quand on quitte le bain, un irrésistible besoin de dormir pousse le malade à se mettre au lit. Au réveil, la tête est libre et le malaise est dissipé. On obtient à Gastein des cures réellement merveilleuses pour des personnes affaiblies, énervées, hypocondriaques, qui sentent pour ainsi dire la vie leur échapper. Ici l'action thermale est aussi puissante que mystérieuse.

CHAPITRE III

LES EAUX SALÉES

Une des catégories d'eaux minérales les plus faciles à déterminer est celle des eaux chargées de chlorure de sodium ou sel commun. En Lorraine, en Franche-Comté, dans les Pyrénées on en rencontre à chaque pas et le prix que les hommes ont de tout temps attaché au sel se représente dans le nom même de ces localités privilégiées. C'est ainsi que les Salins, Château-Salins, Salies, Marsal en France; les Salzbourg, Salzhausen, Salzwerk, Hallein, Halle, en Allemagne, etc., jalonnent les régions dont il s'agit.

Pendant longtemps les sources salées ont été les seules mines de sel; plus tard elles ont indiqué les points où le précieux minéral devait être cherché, et c'est à leur sortie que l'on doit par exemple la découverte du célèbre gisement salin et potassique de Stassfürt en Prusse.

Si l'on voulait mentionner toutes les sources salées, on n'en finirait pas; il suffira d'en citer ici quelques-unes.

Balaruc (Hérault) possède une source chaude (47°) extrêmement saline, qui renferme par litre 9 grammes

de sels, dont 7 de chlorure de sodium. L'eau jaillit dans une sorte de presqu'île sur les bords de l'étang de Thau; elle laisse dégager de l'acide carbonique, mais d'une manière intermittente. Ses propriétés excitantes fortifient les tempéraments lymphatiques.

Les eaux de Bourbonne (Haute-Marne) sont aussi très fortement salines; elles renferment par litre $7^{gr},54$ de substances sur lesquels le chlorure de sodium entre pour 6 grammes. Elles ne renferment pas d'acide carbonique, mais seulement un peu d'azote. La *Fontaine Chaude*, ou *la Matrelle* est à 58 degrés, le *Puisard*, nommé aussi la *Grande source* à cause de son abondance, à 57 degrés, et la source de l'hôpital militaire, à 48 degrés.

Aujourd'hui on ne boit pas les eaux de Bourbonne en grande quantité, tandis que jadis on voyait « des personnes difficiles à émouvoir prendre jusqu'à 60 et 80 verres de ces eaux, dans la matinée, sans en être aucunement gonflées. »

Le bain produit des effets très énergiques; il ne faut pas y rester longtemps, sans quoi le cerveau pourrait se congestionner. Quand on sort, la peau semble resserrée sur elle-même; elle est rude et sèche comme si elle venait de subir le contact d'une liqueur astringente, et en cela Bourbonne diffère de la plupart des sources minérales, qui ont, au contraire, un caractère onctueux.

Les eaux de Bourbonne sont excellentes contre les paralysies, et contre les plaies d'armes à feu. Elles ont la propriété singulière de ramollir les fibro-carti-

lages et même le tissu osseux. Il faut donc bien se garder d'y envoyer les rachitiques.

Les sources minérales naturelles de Kissingen (Bavière) très riches en chlorure de sodium et en sels ferrugineux, sont un remède à certaines maladies intestinales, mais le magnifique puits artésien de cette station l'emporte encore en intérêt sur ces eaux thérapeutiques. On a été chercher l'eau à 622 mètres. C'est une véritable mine de sel.

Les bains de Reichenhall, situés dans le voisinage de Salzbourg, sont alimentés par une vingtaine de sources salées, sortant de la roche calcaire. On y traite le scrofule et le lymphatisme.

Berchtesgaden, dans la même région, a des salines qui sont une véritable curiosité naturelle. Les galeries sont profondes. Dans cette mine se trouve un lac salé de 100 mètres sur 25, alimenté par une source ayant 27 pour 100 de sel avec une température constante de 8 à 9 degrés centigrades.

Toujours dans le Salzbourg, les environs d'Ischl sont également renommés pour leurs mines de sel gemme. Le Salzberg d'Ischl, dont l'entrée est à 800 mètres d'altitude et à 300 mètres au-dessus de la vallée, contient une source salée et une source sulfureuse. Le Salzberg de Hallstadt, que domine le précédent, présente au contraire des fontaines d'eau douce, mais point de fontaines salées. Pour l'extraction du minerai salin, on emploie la méthode de l'inondation. Il faut plusieurs semaines pour remplir ces mines, et autant pour les vider par des pompes. Quand l'eau y a séjourné un mois, elle est à

peu près saturée. Cette solution saline est appelé *soole*.

La soole est conduite dans les bâtiments des salines où le sel se prépare par évaporation; on l'emploie aussi pour les usages médicaux.

« Le procédé de l'inondation, pratiqué durant des siècles, introduit dans la masse et dans la structure des montagnes de sel gemme, des modifications importantes : l'eau dissout les cristaux de sel disséminés dans l'argile et laisse un dépôt argileux sur le plancher des chambres, tandis que la voûte est attaquée, et diminue d'épaisseur à chaque inondation; en sorte qu'après un long temps les argiles salifères sont remplacées par des couches d'argile peu salée, et que la montagne est comme criblée de vastes cavernes[1]. »

Ischl est une ville d'eaux des plus fréquentés. Elle est admirablement située, au confluent de l'Ischl et de la Traun, dans un paysage montagneux où les bois et les lacs mettent une fraîcheur délicieuse. Le climat y est doux, car la ville et ses environs sont entourés d'un grand cercle de montagnes de 1500 à 2000 mètres. Les sources naturelles sont peu nombreuses et peu importantes. C'est la soole qui est l'agent principal de la médication balnéaire. On l'emploie aussi en inhalations. Les malades, bien enveloppés de manteaux de caoutchouc doublé de molleton, se promènent dans une buée de vapeurs froides. Ceux qui respirent les vapeurs chaudes ou plutôt brûlantes,

1. Dr Labat. *Étude sur Ischl et le Salzkammergut.*

se placent la bouche dans des ouvertures munies de tuyaux de porcelaine. On peut respirer ces vapeurs sans trop d'inconvénients, tandis que la main et les lèvres les supportent mal. Le goût salé se sent à peine. Le lymphatisme et la scrofule sont spécialement traités à Ischl. Les inhalations froides ou chaudes sont excellentes contre les angines et les catarrhes bronchiques.

A Kreuznach (Prusse rhénane) sont des eaux salées qu'on soumet à des préparations assez compliquées, pour en obtenir une concentration suffisante.

On les conduit, à l'aide de machines hydrauliques, à la partie supérieure de vastes hangars formés de fascines superposées avec ordre. Ce sont les bâtiments de graduation. Le liquide pénètre goutte à goutte à travers les ramilles, se divise à l'infini, et, dépouillé par l'évaporation d'une partie de ses principes aqueux et des sels les moins solubles, tombe dans de vastes réservoirs, d'où il est repris et dirigé sur de nouvelles fascines. Ce n'est qu'après six opérations de ce genre que l'eau marque à l'aréomètre un degré suffisant de concentration. Alors on la transporte dans d'immenses chaudières, où elle est soumise à une ébullition prolongée. Peu à peu, le sel marin se dépose sous forme de cristaux brillants, qu'on enlève à mesure avec des rateaux, et que l'on fait sécher dans des corbeilles d'osier avant de le livrer au commerce.

L'eau mère, ou *mutter-laüge*, qu'on réserve pour l'usage des bains, ressemble assez, par sa couleur jaune foncé, à une bière légère. Elle est grasse et hui-

leuse au toucher. Son odeur rappelle celle de certains fucus. Sa saveur, salée d'abord, puis ardente, laisse un arrière-goût amer et désagréable qui disparaît lentement[1].

On boit à Kreuznach l'eau de la *source Elisabeth* qui est âcre, salée, saumâtre, et dont aucun gaz ne rend le goût moins désagréable. Ce sont les bains d'eau minérale, mélangée à la mutter-laüge, qui constituent la partie la plus importante du traitement, dont la scrofule, sous toutes les formes, reçoit un incontestable soulagement.

Les eaux de Wiesbaden, dans le Nassau, sont salées. La principale, le *Kochbrunnen*, contient, par litre, environ 8 grammes de sels, dont un peu plus de 7 grammes de chlorure de sodium. Cette source marque 67 degrés centigrades. Elle est claire, limpide et répand la légère odeur de la chaux qu'on éteint. On compare sa saveur à celle d'un mauvais bouillon, fortement salé. Elle sourd au fond d'un bassin dans lequel elle laisse un dépôt ocreux.

Les bains sont extrêmement excitants, et les malades y sont quelquefois pris de maux de tête et de vertiges. Ces eaux sont puissantes contre la goutte et le rhumatisme, mais provoquent des crises extrêmement douloureuses.

La vallée de Touzla-Sou, en Asie Mineure, ou vallée de *l'eau salée*, est entourée près de son embouchure d'escarpements qui « frappent tout d'abord par leurs teintes blanches variées de bleu, de rouge et de

1. Dr Constantin-James, *loc. cit.*

jaune. En examinant leurs flancs tournés du côté de la vallée, on les voit complètement désagrégés et décomposés par une multitude de filets d'eau salée qui jaillissent de leurs fissures, et qui, en s'écoulant dans la plaine, l'ont revêtue d'une croûte fendillée, au travers de laquelle sortent également une foule de petits jets d'eau. En traversant la plaine située au nord-est du village de Touzla, on sent brûler la semelle de ses chaussures chaque fois que les pieds se trouvent en contact avec une de ces fontaines presque imperceptibles qui sourdent partout du sol, et dont la température est de 78 à 90 degrés centigrades. De distance en distance, la plaine est sillonnée par de petits bassins que l'on y a creusés, afin d'y concentrer l'eau et de l'y laisser s'évaporer, ce qui s'opère avec une étonnante rapidité et donne naissance à des dépôts considérables de sel très pur. Les jets d'eau qui s'élancent des flancs des montagnes se multiplient et acquièrent un énorme développement à l'est-nord-est du village de Touzla. C'est ainsi qu'à peu près à dix minutes de marche de ce village, là où la vallée se rétrécit en une gorge, on voit sortir des flancs d'un rocher une magnifique gerbe dont la longueur est de $1^{m},57$, et la grosseur à sa base de 34 centimètres. L'eau de ce jet a une température si élevée, qu'à deux reprises mes thermomètres éclatèrent aussitôt que je les y eus plongés. Le goût de l'eau est extrêmement salé; c'est probablement une dissolution de chlorure de sodium toute pure, et au plus haut degré de saturation. Au-dessus de cette gerbe, une foule d'autres petits jets s'élancent des fissures des rochers. Réunis, tous ces

jets forment du nord-est au sud-ouest un ruisseau d'eau bouillante qui coule dans le Touz-la-Sou[1]. »

D'après le même voyageur, la température de l'eau,

Sources salées de Touzla.

même à la surface des jets, dépasse d'une manière constante la température de 100 degrés.

1. Tchihatchef. *Le Bosphore et Constantinople.*

Naturellement, le sel de Touzla est exploité, mais non pas avec l'activité et des procédés perfectionnés en rapport avec la richesse du gisement. Néanmoins, il est connu depuis bien longtemps, car c'est lui que Strabon[1] mentionne quand il cite « la petite plaine d'Halésium, et la saline de Tragasœum, saline naturelle voisine d'Hamaxitos, dans laquelle le sel se forme de lui-même, sous l'influence des vents étésiens. »

1. Livre VII.

CHAPITRE IV

LES EAUX SULFURÉES

Reconnaissables immédiatement à leur odeur, les eaux sulfurées sont célèbres par l'efficacité dont elles jouissent pour un grand nombre de maladies et spécialement pour les dermatoses. Elles ont même sur la peau une influence si salutaire que partout on prend sous le nom de *bains de Barèges* de l'eau dans laquelle on a simplement fait dissoudre du sulfure alcalin.

Les eaux qui nous occupent se répartissent en deux catégories selon quelles renferment du sulfure de calcium ou du sulfure de sodium. Dans le premier cas, elles n'ont qu'une importance relativement faible et Enghien est peut-être la station le plus célèbre où on les prenne. Leur origine est évidente : le sulfate de chaux, fourni par les bancs de pierre à plâtre, est privé de tout son oxygène par la combustion lente de détritus végétaux passés à l'état de lignite. Beaucoup d'eaux sulfatées sur lesquelles nous reviendrons, comme celles d'Aix en Savoie, donnent naissance de même à du sulfure de calcium et à de l'hydrogène sulfuré.

Un excellent type d'eau sulfurée calcique se ren-

contre à Allevard (Isère), localité située à 475 mètres d'altitude dans une belle vallée entourée de montagnes. Les pentes inférieures sont couvertes de forêts, et parfois la blancheur d'un glacier vient rappeler au baigneur qu'il est dans les Alpes.

L'eau est à 16°. Elle contient de l'acide carbonique libre en forte proportion, de l'azote et du gaz sulfhydrique libre. Les produits solides sont : le carbonate de chaux, le chlorure de sodium, le sulfate de chaux, le sulfate de magnésie, le sulfate de soude, et quelques autres corps.

Cette eau sulfureuse, indiquée dans les maladies chroniques de la gorge et dans la phtisie, est administrée en bains, en douches, en boissons, en inhalations. Elle se transporte et se conserve très bien.

Mais les eaux sulfurées sodiques sont beaucoup plus importantes et leur origine est beaucoup moins certaine. Il paraît probable cependant qu'elles sont originairement chargées de sulfate de soude et que c'est une réduction postérieure qui produit le sulfure. Quant à l'agent de cette réduction, on s'accorde à le voir dans des microorganismes appelés sulfuraires, maintenant très étudiés, qui vivent et se multiplient à des températures pouvant atteindre 65° ou même 70° et comprennent des *Bacillus*, des *Micrococcus*, des *Bacterium*, etc.

Ces eaux constituent des groupes géographiques dont le plus net est dans les Pyrénées.

Barèges, qui a donné son nom à tous, le type, doit sa renommée à Mme de Maintenon qui, cherchant à guérir le duc du Maine de son piedbot, l'y conduisit

comme à tous les remèdes qui donnaient quelque espoir.

C'est un village situé à 7 kilomètres de Luz, sur la rive gauche du Bastan, gave impétueux dont les inondations prennent chaque hiver la place des maisons de bois élevées chaque été pour les baigneurs, au pied du pic d'Ayré, recouvert de hêtres vigoureux qui protègent le village contre la chute des neiges et des glaces.

Les sources, au nombre de neuf, donnent des eaux limpides, douces au toucher; elles exhalent une odeur d'hydrogène sulfuré, et laissent un arrière-goût fade et nauséabond. La moins chaude, *la Chapelle* a 31°; la plus chaude, *le Tambour*, ou *la Douche*, a 45°. Ce sont ces extrêmes de la température qui sont en même temps ceux de la minéralisation : *la Chapelle* contient $0^{gr},0186$ de sulfure de sodium, et *le Tambour* $0^{gr},0454$.

Les eaux de Barèges sont éminemment excitantes. On y voit beaucoup de militaires, car elles sont souveraines dans le traitement des vieilles blessures. « Ce sont aujourd'hui, dit M. Constantin James, les véritables eaux d'*Arquebusade* (nom qu'on donnait autrefois aux Eaux-Bonnes), et peu de corps étrangers, soit projectiles, soit séquestres, résistent à leur action expulsive. Le mécanisme par lequel s'opère cette élimination est des plus curieux. Sous l'influence des bains, les chairs fongueuses et blafardes, qui tapissent si souvent l'orifice des trajets fistuleux, se recouvrent d'une pellicule blanchâtre, extrêmement ténue, rappelant assez la cautérisation superficielle

par l'azotate d'argent. Il est probable qu'ici le caustique n'est autre chose que la soude en dissolution dans l'eau sulfureuse. Cette pellicule se détache, et les tissus offrent déjà un aspect plus vivant. A chaque nouveau bain, le même phénomène se reproduit. Mais en même temps que la plaie extérieure s'améliore, les parois de la fistule se raffermissent, se rapprochent; elles pressent le corps étranger et le chassent peu à peu de sa cavité, jusqu'à ce que, complètement sorti, une cicatrice définitive recouvre la place qu'il occupait[1]. »

Ces eaux sont encore très bonnes contre les engorgements consécutifs aux fractures et aux luxations, contre les vieilles entorses, les rétractions musculaires et tendineuses, et même contre la paraplégie, quand il n'existe aucune altération organique de la moelle épinière ou de ses enveloppes.

Le climat de Barèges est rigoureux à cause de son altitude, 1241 mètres au-dessus de la mer et la saison y est plus courte que dans les autres stations des Pyrénées. On l'a appelé la Sibérie de la France.

C'est dans la vallée d'Ossau, Basses-Pyrénées, au pied du pic de Ger que sont situées les Eaux-Bonnes. Pour y arriver il faut gravir une côte longue et rapide : le chemin est excellent aujourd'hui; mais autrefois il était si dangereux qu'il était d'usage, avant de s'y aventurer, de faire son testament, ainsi que l'attestent des actes conservés à Laruns.

On se baigne peu aux Eaux-Bonnes. On y vient sur-

1. *Guide pratique aux principales eaux minérales.*

tout pour boire, à la *Source-Vieille*, dont l'eau claire, limpide et onctueuse au toucher, répand une odeur d'œufs conservés ; sa saveur est douceâtre ; sa température est de 32 degrés centigrades environ, et sa minéralisation de $0^{gr},0217$ de sulfure de sodium par litre. On va aux Eaux-Bonnes pour les maladies du larynx et de la poitrine.

Six kilomètres seulement séparent les Eaux-Bonnes des Eaux-Chaudes. Ce dernier village occupe le prolongement de la vallée d'Ossau qui, dans cet endroit, forme une gorge sombre et d'un aspect très sauvage.

Les sources, toutes sulfureuses, sont au nombre de six. Ce n'est que relativement aux Eaux-Bonnes qu'elles méritent le nom d'Eaux-Chaudes, car leur température ne dépasse pas 36 degrés. Leur minéralisation est plus faible que celle des Eaux-Bonnes : la source la plus sulfureuse contient à peine le tiers du sulfure qui se trouve dans les Eaux-Bonnes.

Autrefois très fréquentées par les princes de Navarre et leur cour, les Eaux-Chaudes ont aujourd'hui perdu de leur vogue. En bains, elles sont efficaces contre certains rhumatismes, les douleurs nerveuses, etc.

Des touristes, mais non des malades, peuvent se rendre des Eaux-Bonnes à Cauterets, à travers la montagne en passant par le col de Torte. On arrive alors dans une jolie ville, dominée au levant et au couchant par une double chaîne de montagnes. La vallée est longue, étroite, sinueuse ; il y pleut souvent, et les brouillards y sont fréquents le matin, ce qui n'est pas précisément bon pour les personnes malades de la poitrine.

Les sources thermales de Cauterets sont au nombre

de treize, dont la chaleur varie depuis 30 jusqu'à 55 degrés centigrades, et la minéralisation depuis $0^{gr},0055$ jusqu'à $0^{gr},0308$ de sulfure de sodium. Cette extrême diversité dans les propriétés physiques et chimiques communique à ces eaux des vertus bien différentes.

Les sources les plus actives sont *César* et les *Espagnols;* on les prend en boissons et en bains. Elles sont presque exclusivement réservées au traitement des rhumatismes, des dartres et de la scrofule. Les deux *Pauces* conviennent aux mêmes affections; mais leur action est plus douce. *César-Vieux* est la meilleure source de Cauterets; on y boit, mais on ne s'y baigne pas. C'est la seule qui serve à l'exportation. Elle est bonne pour combattre le catarrhe des vieillards. *La Raillère* est la rivale des Eaux-Bonnes; abondante, limpide, oncteuse au toucher, d'une saveur douceâtre, elle a 41 degrés au griffon, et 39 degrés à la buvette. Elle contient par litre $0^{gr},0192$ de sulfure de sodium. Elle soulage, comme la *Source-Vieille* les personnes atteintes de maladies des voies respiratoires; mais elle est moins active et moins excitante.

L'eau de *Mahourat*, comme l'indique ce nom patois, jaillit dans un *mauvais trou*. Elle est très chaude, et on la puise dans une crevasse de rochers, sur les bords même du gave. Elle est spéciale contre les maux d'estomac; et les montagnards mêmes en font grand cas.

La source des *OEufs*, à quelque pas au-dessus de la cascade du Mahourat, est, avec sa température de 55 degrés, la plus chaude de Cauterets. Elle sourd dans le lit même du torrent, sous un rocher, et elle

se perd dans le gave. Il est dangereux d'aller la visiter, les pierres qui l'entourent étant couvertes d'une couche de barégine qui rend leur surface très glissante.

Les bains de Luchon sont connus depuis fort longtemps. Strabon les mentionne sous le nom de *thermes Onésiens*, à cause de la rivière d'One, un gave qui traverse la vallée de Luchon, et qui est formé par le gave d'Oo, venant du Portillon, le ruisseau de l'Arboust, descendant du pic de Pouylouby, et le gave d'Oueil prenant sa source au pic de Montné. Au delà de la butte de Castelviel, l'One entre dans le val de Luchon, où elle ne tarde pas à se réunir à la Pique. Ces deux rivières, après s'être confondues dans un lit commun vont s'unir au gave du Gar, qui naît dans la partie espagnole de ces montagnes. Tous ces cours d'eau réunis prennent le nom de Garonne, formé sans doute des noms de ses affluents Gar et One[1].

Les sources de Luchon jaillissent au pied de la montagne de Super-Bagnères. Elles sont extrêmement nombreuses. Parmi les plus importantes sont : les sources *Bayen* à 67 degrés centigrades, qui contient $0^{gr},0833$ de sulfure de sodium, *Reine* à 59 degrés ($0^{gr},0620$); *Chauffoir*, à 47 degrés ($0^{gr},0584$); *Froide*, 17 degrés ($0^{gr},0016$). Cette dernière est presque de l'eau ordinaire.

Les eaux d'infiltration pénètrent dans les galeries de l'établissement thermal de Luchon sous forme de filets froids, qui autrefois se mêlaient à l'eau minérale et lui faisaient éprouver d'assez nombreuses va-

1. Dr Garrigou. *Monographie de Bagnères-de-Luchon.*

riations dans sa chaleur et sa minéralisation. C'est M. François qui a été chargé d'en débarrasser l'établissement. Il les a réunies dans un même canal et les a envoyées au dehors par un déversoir, mais après avoir profité de leur présence pour corriger certains défauts des griffons chauds, lesquels « laissent échapper, dit M. Garrigou[1], de nombreux filets qui, s'épanchant dans les terrains meubles environnants, diminuent d'autant le volume des sources, et permettent dans celles-ci l'accès d'eau froides étrangères, dont l'écoulement est irrégulier et inconstant M. François a porté à cet état de choses un remède radical en infiltrant des eaux froides dans les terrains meubles et en tenant leur niveau constant. De cette manière, par suite de la densité différente des eaux chaudes et des eaux froides, celles-ci repoussent les premières vers leur source, les maintiennent vers les griffons et font que la régularité constante dans le niveau de l'eau froide entraîne la régularité du débit, de la chaleur et de la sulfuration dans les sources chaudes. De plus, le mélange avec les filets d'eau froide irréguliers étant empêché, la sulfuration et la température se trouvent au maximum. »

Le contact de l'air doit être évité pour les eaux de Luchon, car leur élément sulfureux se décompose très facilement; elles perdent leur limpidité et blanchissent. Ce blanchiment s'obtient quand on mêle l'eau de certaines sources, par exemple l'eau de la *Reine* avec l'eau de la *Blanche*, ou avec celle de la

1. *Monographie de Bagnères-de-Luchon.*

Froide. Mais, si à l'eau devenue laiteuse on ajoute de l'eau de la *Grotte*, la transparence du mélange est rétablie comme avec un réactif.

Si on abandonne à elle-même l'eau blanchie, elle laisse précipiter un dépôt, presque entièrement composé de soufre; et à mesure que ce dépôt se forme, l'eau reprend sa transparence. Outre le soufre en grande quantité, les eaux de Luchon contiennent un peu d'iode et des traces de phosphates. Ce sont les eaux les plus alcalines des Pyrénées. Aussi la plupart des maladies cutanées ne résistent-elles pas à leur bienfaisante action.

Les eaux de Saint-Sauveur (Hautes-Pyrénées) donnent à la peau la sensation d'une liqueur oléagineuse, tant est grande la quantité de barégine qu'elles tiennent en suspension. Elles sont excellentes contre les maladies nerveuses. Elles ne sont pas très chaudes, surtout après qu'elles ont passé par les conduits, car leur température au griffon est de 34 degrés; elles contiennent $0^{gr},0253$ de sulfure, et de l'azote qui se dégage du verre en pétillant, et rend leur digestion facile.

Ax (Ariège) s'écrivait autrefois Aqcs. Cette orthographe, comme le remarque M. le docteur Garrigou[1], témoigne de son origine latine. Ce nom bien caractéristique, lui fut donné sans doute à cause des sources nombreuses qui naissent dans son périmètre. Elles sont si chaudes qu'elles recouvrent la ville de vapeurs, et qu'on respire de tous côtés les émanations sulfureuses. La source des *Canons* a une température

1. *Étude chimique et médicale des eaux sulfureuses d'Ax* (Ariège).

de 75 à 76 degrés ; le *Rossignol* supérieur marque ordinairement 77°,50, 77°,20, 77°,80 ; en 1835, cette dernière source ne marquait que 71°,80. Les autres sources ont également éprouvé d'assez grandes variations dans leurs températures.

C'est de la pegmatite que sourdent les eaux d'Ax, sur plusieurs points de la vallée, au milieu d'alluvions et de débris de roches dans lesquelles elles sont captées d'une manière imparfaite.

Comme les eaux de Luchon, elles sont sujettes à s'altérer. Certaines sources prennent une coloration bleue sous l'influence de l'air. Le blanchiment et le bleuissement sont des phénomènes identiques. L'eau bleue du *Tech* a des vertus particulières, elle est excellente comme diurétique.

Il y a aussi à Ax, un bassin « présentant, dit M. Garrigou, un phénomène merveilleux pour les gens du pays : toutes les fois qu'on le nettoie, il se dégage du fond des matières rouges qui ressemblent, m'a-t-on dit, à des matières en feu. Je n'ai pas eu l'occasion de voir vider et nettoyer ce puits merveilleux mais je suppose fort que c'est de la barégine rouge qui, déposée dans le fond du bassin, monte à la surface lorsqu'on agite l'eau, et retombe ensuite. »

Plusieurs sources d'Ax contiennent du soufre en nature, ainsi que des composés sulfureux, principalement des sulfures de sodium et de potassium.

Les maladies qui se guérissent surtout à Ax sont : les affections cutanées, le rhumatisme et la scrofule.

Le climat d'Amélie-les-Bains, qu'on appelle aussi Arles, est si doux que beaucoup de baigneurs y pas-

sent l'hiver. La station est établie sur la rive gauche du Tech, à 32 kilomètres de Perpignan. Un des établissements est une construction romaine aux proportions colossales dont les murs ont 2 mètres d'épaisseur, et où l'on voit encore les pavés de marbre blanc des anciennes piscines. Les sources sulfureuses sont assez nombreuses. La plus chaude a 61 degrés centigrades. L'eau de la source *Maujolet* se prend en boisson, dans les maladies chroniques de la poitrine. Mais ce sont surtout des dartreux, des scrofuleux et des rhumatisants que l'on envoie à Amélie-les-Bains.

Aix-la-Chapelle, la ville aux grands souvenirs, la ville qui, sur les reliques de Charlemagne, a élevé un *Dôme* rempli de trésors, Aix, dont le nom rappelle que les Romains se servirent de ses eaux, n'offre pas aux malades les avantages accessoires, mais réels qu'on trouve dans la plupart des autres stations : l'air des champs, et la beauté des paysages. Aix n'a pas de promenades. Ses rues sont étroites, sans fraîcheur, sans propreté. C'est un centre important où le travail mène grand bruit. La saison d'eaux qu'on y passe n'est pas du tout une saison de vacances. Aussi les sources y ont-elles relativement peu de succès.

Elles sont sulfureuses, et leur température varie de 44 à 45 degrés. La source de *l'Empereur*, la plus chaude et la plus minéralisée, laisse dégager une forte odeur d'hydrogène sulfuré. L'eau, vue dans les réservoirs, a une couleur un peu verdâtre; mais recueillie dans un verre elle est limpide et incolore. Des bulles de gaz la traversent. Elle est un peu salée. Le griffon est tapissé d'une énorme quantité de soufre sublimé

qui se renouvelle rapidement à mesure qu'on l'enlève. Il y a, en effet, une proportion considérable de sulfure et de gaz sulfhydrique dans cette eau, environ $0^{gr},0800$ par litre. Mais, comme elle est trop chaude pour pouvoir être employée en bains à la sortie du sol, on y ajoute de l'eau pour la refroidir, et elle est tellement appauvrie, lorsqu'elle tombe dans la baignoire, que Fontan déclarait qu'elle avait perdu tout son principe sulfureux. Ce verdict, du reste, est est un peu sévère, car il est d'observation que les eaux d'Aix-la-Chapelle sont utiles dans beaucoup d'affections qui résistent aux eaux salines et cèdent aux eaux sulfureuses.

Selon Fontan, le soufre tire son origine de la décomposition des sulfates et de leur transformation en sulfure par les matières organiques contenues dans les terrains secondaires qu'elles ont traversées, ainsi que le témoignent les coquilles et les détritus de plantes marécageuses qu'on y rencontre. Ce seraient donc, comme celles dont nous avons déjà parlé, des sources primitivement salines, qui ne deviendraient sulfureuses qu'accidentellement.

En boisson, les eaux d'Aix-la-Chapelle n'ont pas une action bien sensible. Ce sont surtout les douches et les bains qui agissent, et en partie par leur thermalité. Les bains de vapeur, établis au-dessus même du griffon des sources, ont une grande puissance par la chaleur vive et la quantité de soufre qui se répandent dans l'atmosphère. On traite à Aix-la-Chapelle, en premier lieu les maladies de la peau; puis les vieux ulcères, certaines caries, le rhumatisme, la

goutte de forme rhumatismale, les engorgements articulaires chroniques, les tumeurs blanches, les gonflements osseux, et certaines paralysies.

Piatigorsk est une ville d'eaux créée en plein Caucase. Ses bains commodes, ses hôtels confortables, ses jolies promenades, ses habitants policés, sont de date relativement récente. En 1807, du temps de Klaproth, il n'y avait aux sources qu'un méchant bâtiment en bois, et un bain taillé dans le tuf, pouvant contenir six personnes à l'étroit.

Les baigneurs ne trouvaient près du bain, pour s'abriter, que des huttes de branchages; et ils étaient obligés d'aller se loger à Constantinogarsk à un peu plus de 5 kilomètres de là[1].

En outre, les malades devaient être forts et courageux, car Piatigorsk, située à la base méridional de la Machouka, dans le massif de Bechtaou, avait de turbulents voisins, les Tcherkess, dont il fallait souvent repousser les attaques. Des camps bien pourvus d'artillerie protégeaient les cures mouvementées de touristes aventureux.

L'endroit, qui possède des échantillons de presque toutes les sources médicinales, car il y en a de sulfureuses, de ferrugineuses et d'alcalines, méritait d'être conquis d'une façon définitive. Les Russes purgèrent la région des nomades et c'est avec la plus complète sécurité, qu'on va aujourd'hui s'y guérir sous l'administration d'un commandant des eaux du Caucase.

Piatigorsk est située à l'altitude de 475 mètres, ce qui

1. Dubois de Montpéreux. *Voyage autour du Caucase.*

Piatigorsk.

la met au-dessus de l'atmosphère nsalubre de la plaine. Elle jouit d'une vue admirable sur l'Elbrous. De tous côtés des buts intéressants de promenade fournissent aux baigneurs de saines distractions.

Les sources sulfureuses ont une température qui varie de 29 à 30 degrés centigrades, et donnent ensemble une moyenne de dix litres par seconde.

A 20 kilomètres au nord de Piatigorsk, il y a des eaux ferrugineuses, et à l'ouest, dans la même vallée, près du village de Essentouki, une source froide sulfureuse, amère et salée, dégageant aussi quelque peu d'acide carbonique. Elle produit du sel de Glauber, et on la donne fréquemment aux baigneurs de Piatigorsk comme purgatif. En hiver, l'eau perd un peu de ses vertus.

M. Edmond Cotteau, dans son livre si intéressant : *Un touriste dans l'Extrême-Orient*, nous a donné d'amusants détails sur une petite ville d'eaux du Japon, Yumoto, dont le lac est en partie troublé par des sources sulfureuses.

« Nous sortons pour visiter les établissements de bains. Il y en a plusieurs, les uns couverts, renfermant des piscines d'une température différente, les autres en plein air, tous largement ouverts sur la route et fréquentés par les deux sexes indistinctement. Nos coolies sont déjà au bain; je tâte l'eau dans laquelle ils se plongent avec délices; elle est brûlante. Les Japonais l'aiment ainsi, mais je ne pourrais certainement pas la supporter. Hommes, femmes, enfants, jeunes filles et vieillards, tous absolument nus, entrent dans les piscines, s'asseyent sur le bord, et, puisant

de l'eau avec une tasse de bois, se la versent sur le corps; chacun se lave et se frotte sans nul souci de son voisin ou de sa voisine; d'autres, plongés dans l'eau jusqu'aux épaules, restent serrés les uns contre

Sources chaudes du pays des Mormons.

les autres, dans la même cuve, puis on sort de la piscine comme on y est entré; on s'essuie sans se presser; les femmes comme les hommes achèvent tranquillement leur toilette dans la rue....

« .... Dans mon amour de la couleur locale, je n'hésitai pas à me mêler aux Japonais. J'entrai dans

la première piscine venue; l'eau étant trop chaude, je passai dans une seconde où elle était à un degré tolérable. Je m'y trouvai bientôt en nombreuse compagnie des deux sexes. Tout ce monde me faisait bon accueil; on cherchait à me rendre des petits services; on me donnait la main pour passer d'un bassin à l'autre; on m'adressait en souriant des paroles que j'avais le regret de ne pas comprendre; leur curiosité n'était nullement gênante. Quel singulier peuple, et comme tous ces gens sont vraiment aimables!

« On s'est baigné sous nos fenêtres jusqu'à une heure fort avancée. Longtemps avant le jour, le bruit recommence. A quatre heures du matin, je suis sur pied, et je me promène dans le village. Il fait encore nuit, et déjà on se rend en famille aux piscines, pour y barboter à son aise. »

Les *Hot-Springs* ou sources chaudes sont des eaux sulfureuses du pays des Mormons qui sortent du versant occidental des montagnes voisines. Elles forment un lac dont la circonférence est de 2 à 6 kilomètres, suivant la saison. Leur température est d'environ 50 degrés. C'est un quartier d'hiver très apprécié des oiseaux et des enfants indiens qui viennent s'accroupir sur ses bords. Les Mormons en ont reconnu les vertus curatives qu'ils aiment mieux appeler purifiantes.

CHAPITRE V

LES EAUX SULFATÉES

Un grand nombre de sources minérales sont caractérisées par la présence de sulfates. Ceux-ci suivant les cas, à base de soude, de magnésie, de chaux, de fer, trahissent leur présence par une saveur et par des propriétés thérapeutiques spéciales.

Pullna et Sedlitz placés sur la route de Carlsbad à Tœpliz, en Bohême, ont des eaux purgatives célèbres. Leur action est due surtout à la présence du sulfate de magnésie et du sulfate de soude qui s'y trouvent dans une proportion considérable. L'eau de Pullna en renferme un peu plus de 62 grammes par litre. La minéralisation de l'eau de Sedlitz est de 33 grammes. L'eau de Sedlitz artificielle ne ressemble que de très loin à l'eau naturelle.

Les sources d'Epsom, à 9 lieues de Londres, sont salines et minéralisées en grande partie par du sulfate de magnésie.

En Hongrie, les eaux fameuses d'Hunyady-Janos sont dans le même cas.

Déjà on a vu qu'Aix, en Savoie, possède des eaux sulfatées. On y distingue deux sources principales;

Vallée du haut Kara-Kach.

la *Fontaine de Saint-Paul* ou *Eau d'alun* à 47 degrés, contient du sulfate d'alumine; *l'Eau de soufre*, à 44 degrés, s'emploie pour les douches, les bains et la boisson. Ces deux sources sont très abondantes; elles donnent 4512 mètres cubes par 24 heures. L'eau d'alun paraît verdâtre dans les bassins, à cause des conferves qui s'y développent. Les pluies abondantes font baisser sa température de quelques degrés.

Les eaux d'Aix ne sont guère employées que pour l'usage externe. Elles constituent un remède efficace contre les rhumatismes, les maladies chroniques de la peau, les affections catarrhales, certaines maladies nerveuses, etc.

On connaît à Montmirail, dans le Vaucluse, une source qui contient 9 grammes de sulfate de magnésie par litre d'eau.

Dans le département de l'Aveyron, à 2 kilomètres d'Aubin, et à 24 de Rodez, est situé le village de Cransac, dans une vallée très pittoresque, dominée par des montagnes formées de bancs puissants de houille et d'un schiste pyriteux mêlé de fer carbonaté. De ces terrains, où depuis fort longtemps se sont allumés des incendies qu'on n'a pu éteindre, sortent les sources qui paraissent s'y minéraliser par la décomposition des schistes carbonatés et pyriteux et qui sont chargées de sulfates durs dont la médecine tire parti. En s'approchant du lieu où la combustion s'opère, on voit que le sol est miné, et l'on découvre, de distance en distance, de larges crevasses par lesquelles se dégagent de la vapeur d'eau et des fumées acides. Sur le bord de ces fentes, la chaleur devient insup-

portable, et les roches voisines ont changé d'aspect sous l'action de la chaleur[1].

En Asie, à l'est de la haute vallée du Kara-Kach, la plaine que parcourent les voyageurs se rendant, du bassin de l'Indus à celui du Tarim, est en grande partie recouverte de sel et d'autres efflorescences. Le lac qui l'emplissait s'est vidé ou desséché peu à peu et les rivières qui coulèrent ensuite sur le fond lacustre ont été remplacées par des sables mobiles. De profondes crevasses s'ouvrent çà et là, remplies de sulfate de magnésie aussi fin et aussi blanc que les aiguilles de neige que soulève le vent. Des mares de boue saline, cachées par des dalles de glace, occupent les cavités les plus profondes, et jusqu'à la hauteur de 5400 mètres, on voit des sources thermales s'entourant d'un cercle de concrétions calcaires, puis d'un second cercle d'eau congelée. Sur des espaces de plusieurs kilomètres carrés, le sol est percé de petits entonnoirs d'un mètre de profondeur et d'un diamètre double, presque tous d'une parfaite régularité. De quelques-uns de ces entonnoirs, on voit, après les pluies, s'élancer des masses boueuses, et parfois l'eau en jaillit à gros bouillons. Henderson ne pense pas que ces ouvertures soient de véritables volcans de boue; ce seraient, suivant lui, des effondrements du sous-sol argileux, laissant remonter à la surface, après les averses ou lors de la fonte des neiges, les eaux d'une nappe profonde. Plus bas, les bords de la rivière de Kara-Kach sont percés en plusieurs endroits d'autres entonnoirs du même genre;

1. *Annuaire des eaux de la France.*

mais ceux-ci sont bordés d'une croute saline dans la partie supérieure. Ces ouvertures sont en communication avec les eaux du Kara Kach qui baissent la nuit à cause de la gelée, et grossissent le jour par suite de la fonte des neiges et des glaces. C'est ainsi que les entonnoirs sont alternativement emplis et vidés pendant les vingt-quatre heures et que l'eau saline du Kara Kach s'évapore en laissant une couche blanchâtre comme trace de son passage[1].

1. Élisée Reclus. *Asie orientale.*

CHAPITRE VI

LES EAUX CARBONATÉES ET LES EAUX CARBONIQUÉES

Les carbonates alcalin ou alcalino-terreux, ceux-ci dissous à la faveur d'un excès parfois énorme d'acide carbonique, caractérisent une famille très nombreuse de sources minérales. En France elles sont surtout abondantes dans le Plateau central et peuvent être considérées comme une des dernières manifestations de l'activité volcanique jadis si grande de ces régions.

L'élégante station de Royat est à 2 kilomètres de Clermont, dans l'étroite vallée de la Tiretaine. Ce filet d'eau, si limpide dans la montagne, se salit fort dans le village qui en fait un égout. Mais Royat a un somptueux casino, de bonne musique, et mille distractions mondaines. Ses eaux sont en outre excellentes ; elles guérissent un grand nombre de maladies de la peau, la chlorose, l'anémie, la dyspepsie, la gastralgie, le rhumatisme, certaines affections des voies respiratoires.

Les eaux viennent de quatre sources dont la composition et la température sont assez différentes. La plus belle est la source *Eugénie*, dont le débit est de 1000 litres par minute. Cette extrême abondance per-

met d'entretenir dans 85 baignoires un courant continu à la température de 34 degrés. Elle fournit les vapeurs des salles d'aspiration et de pulvérisation. Un litre d'eau contient $5^{gr},59$ de matières fixes dont $1^{gr},73$ de chlorure de sodium, et $1^{gr},35$ de bicarbonate de soude. On attribue son efficacité spéciale, ainsi que celle des autres eaux de Royat à la présence d'une quantité très dosable de chlorure de lithium. Elle est limpide, gazeuse, inodore, et fort bien supportée par tous les estomacs.

La minéralisation de la source *Saint-Mart* est voisine de celle de la source *Eugénie*. Sa température de 30 degrés centigrades la fait servir aux bains tempérés. Elle sort toutes les trois ou quatre minutes avec un bouillonnent intermittent. Elle est si gazeuse qu'elle pétille dans le verre comme le champagne.

La source *César* est moins minéralisée, et plus froide : 29 degrés; très gazeuse, elle est employée comme eau de table, pendant et après la saison.

Saint-Victor est une source froide (20 degrés) ; mais elle renferme, en plus grande quantité que les autres, des carbonates de chaux et de potasse; en outre, elle présente par litre près de 6 centigrammes de carbonate ferreux.

Le village du Mont-Dore est situé dans la plus haute vallée (1046 mètres) de la France centrale, vallée que domine le géant de l'Auvergne, le pic de Sancy (1886 mètres).

Cette station présente des contrastes saisissants. Le paysage est grandiose, mais presque triste, tant les monts qui bordent la vallée présentent au-dessus

des forêts, de pics arides et rocheux. Aussi la vallée qui se prolonge dans un chaos de pierre, prend-elle le nom de Val-des-Enfers. Mais que de parfums dans les bois et dans les pâturages où des vaches crottées élaborent le bon lait dont les montagnards sales font de si mauvais beurre! L'arnica, l'aconit, l'angélique, la gentiane bleue et la gentiane jaune, des saxifrages, des framboises en quantité, toute la flore des montagnes offre au touriste ses trésors, en même temps que les flancs des montagnes sont pleins d'enseignements pour les géologues.

Dans les rues du village, pendant la saison, des femmes en coiffes de pailles, des hommes en larges chapeaux heurtent les Parisiens élégants et malades qui viennent demander au Mont-Dore des eaux et des distractions. Pendant le jour, c'est le va-et-vient des excursions dans tout son entrain. Le matin, c'est la promenade hâtive et silencieuse de fantômes cachés dans de grands peignoirs blancs, encapuchonnés jusqu'au nez, ensevelis dans des fichus, dans des couvertures, et chaussés de sabots, comme des fermiers. Alors les calèches et les landaus sont remplacés par les chaises à porteurs en bois, tristes et vilaines. C'est que les eaux du Mont-Dore sont la suprême ressource de bien des phtisiques; c'est qu'elles ont sur les voies respiratoires, larynx, bronches, poumons, membrane pituitaire, une action qui vient autant de leur vertu particulière que de la façon dont on les administre. On donne des bains à une température de 40 à 43 degrés. Ce ne sont ordinairement que des demi-bains de 5 à 10 minutes; le malade, entouré

de la vapeur qui s'échappe de cette eau est bientôt congestionné et couvert de sueur ; son pouls s'accélère ; ses tempes battent ; il a les yeux rouges ; mais, après quelques oscillations, le sang se précipite et se fixe aux parties inférieures du corps, pour laisser l'organisme dans le bien-être. Et l'on comprend les peignoirs et couvertures dont le baigneur s'enveloppe pour regagner son logis, où l'attend un lit bien bassiné. Il y a aussi au Mont-Dore des salles d'aspiration remplies de vapeurs très chaudes qui autrefois mettaient le malade dans une température de 36 à 38 degrés. Aujourd'hui on ne laisse plus guère monter le thermomètre au delà de 32 degrés.

L'établissement du Mont-Dore est fort ancien. Nous avons vu qu'il y reste d'importantes constructions romaines. Il y a dans les cabinets de première classe un certain comfort. Mais quels tristes réduits que les locaux réservés aux autres catégories et aux indigentst La piscine semble être dans une cave ! On y donne des bains la nuit, — aux pauvres bien entendu, — sous un éclairage lamentable. Il faut que les eaux soient bien puissantes pour guérir dans de semblables conditions, et que les malades aient bien de la confiance pour n'être pas envahis par une irrémédiable tristesse. Les piscines sont alimentées par une eau vive à 38 degrés. On fait grand usage au Mont-Dore de douches chaudes et fortes.

Les sources chaudes diffèrent peu en température et en minéralisation : la source *Madelaine* (45 degrés), est la plus abondante de la station; la source du *Pavillon* est composé de divers griffons d'une tempé-

rature de 40 à 43 degrés; les sources *César* et *Caroline* jaillissent de la montagne de l'Angle. Deux petites sources, *Ramond* et *Rigny* ont été découvertes dans les ruines des bains romains. La source *Boyer* (45 degrés) fournit l'eau destinée à l'exportation. Il y a une source froide, *Sainte-Marguerite*, qui donne une eau gazeuse très agréable dont on boit à table.

Les eaux du Mont-Dore sont relativement peu minéralisées. L'analyse ne retire que $2^{gr},27$ de matières salines par litre. Les corps prédominants sont le bicarbonate de soude $0^{gr},53$, le chlorure de sodium $0^{gr},36$, et le bicarbonate de chaux $0^{gr},32$. On y cite des traces d'arséniate et de borate de soude. Ces eaux se signalent par l'abondance exceptionnelle de l'azote.

C'est à six kilomètres du Mont Dore que jaillissent les sources de la Bourboule.

« Si l'on compare, dit le savant docteur Nicolas, médecin consultant à la Bourboule, dans son important ouvrage déjà cité plus haut[1], le mot Bourboule à d'autres dénominations de stations thermales, il devient évident que ce sont ses eaux minérales qui ont valu ce nom à la localité, et l'on a signalé, à ce propos, le vieux mot *borbola* signifiant *eau bouillonnante.* »

A l'origine, en effet, les eaux venaient sourdre à la surface du sol, sur le flanc du rocher granitique de la Bourboule. Les Romains, qui avaient donné tant d'importance au Mont-Dore, connaissaient aussi la Bourboule, car on y a découvert en 1820 une fosse

1. *La Bourboule actuelle.*

de l'époque gallo-romaine. Les seigneurs de Murat-le-Quaire appréciaient également les vertus bienfaisantes des sources, et se faisaient apporter cette eau chaude à leur château. Aujourd'hui la Bourboule est une station extrêmement fréquentée. Son site, un des plus beaux de l'Auvergne, n'est pas encaissé et étouffé comme celui de Royat, ni sauvage et dur comme celui du Mont-Dore. La vallée de la Dordogne, heureusement élargie, laisse de tous côtés apercevoir de jolis points de vue : des forêts, des prairies, des rochers, un beau parc, le torrent qui, en aval, s'enfonce dans des gorges profondes. L'altitude, 850 mètres, place le pays dans un air toujours pur. La Bourboule n'offre pas au baigneur des distractions mondaines fiévreuses ; mais elle lui donne la gaieté de ses excursions qui font sur la place et dans la rue un mouvement d'ânes, de mulets, de chevaux, de voitures, et le spectacle des jeux d'une quantité d'enfants. Cette aimable station est, en effet, le paradis de la jeunesse : aussi que de guignols et de bals champêtres !

Pourtant la médication est très sérieuse à la Bourboule. Les eaux sont énergiques, et il ne faut pas les prendre au hasard. Beaucoup de personnes ne les supportent pas. Pendant la cure, la surveillance incessante du médecin est indispensable.

Les principales sources sont très chaudes. Ainsi l'eau du puits *Perrière* a, à la surface de l'eau, de 56°,5, au fond du puits de 60°,1 ; et *Sedaiges* à la surface de l'eau 45°,5, au fond du puits 59°,4. Les sources *Fenestre* n'ont guère que 19 degrés. Un litre d'eau du puits *Perrière* renferme 0^{gr},00705 d'arsenic

métallique, ce qui correspond à $0^{gr},01081$ d'acide arsénique et à $0^{gr},02847$ d'arséniate de soude. Le corps prédominant en poids est le bicarbonate de soude, qu'on trouve à raison de $2^{gr},8920$ par litre d'eau; après lui vient le sel commun ou chlorure de sodium, dont la proportion est de $2^{gr},8406$. L'eau, légèrement gazeuse, contient, dans la source *Sedaiges*, $0^{gr},1662$ d'acide carbonique libre par litre d'eau.

Les eaux des sources *Perrière* et *Choussy* sont maintenant pompées et distribuées dans les établissements. On est obligé de laisser refroidir l'eau avant de la distribuer aux bains et aux buvettes. Le lymphatisme, la scrofule, des affections de la gorge, certains cas de tuberculose, les catarrhes, l'arthritisme, beaucoup de maladies de la peau et des os, sont puissamment combattus par les eaux de la Bourboule. Elles redonnent aux malades une force dont les bons effets se font longtemps sentir.

Des nombreuses sources de Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme), huit ou dix seulement sont utilisées pour les malades; les autres servent à l'industrie des pétrifications. L'établissement du Mont-Cornadore, situé au bas de Saint-Nectaire-le-Haut, est bien abrité, et offre aux baigneurs un séjour agréable. Les bains sont alimentés par des sources : celle du *Mont-Cornadore*, dont le débit est de 76 mètres cubes par 2 heures, et celle du *Rocher*, qui en donne 15.

Les eaux de Saint-Nectaire sont très minéralisées. La source *Mandon*, qui est la plus riche, présente 8 grammes de sels par litre, parmi lesquels le chlorure de sodium prédomine ($2^{gr},42$); le bicarbonate de soude

représente 2gr,09. On signale en outre des traces de phosphate et d'arséniate de soude, d'iodure de sodium et de matière bitumineuse. Les bains constituent la partie la plus importante du traitement. Ces eaux sont excellentes contre la scrofule et le lymphatisme.

Les sources de Vichy sortent toutes de terrains meubles qui emplissent un vaste bassin, dont le fond est constitué par des assises tertiaires reposant directement sur le granit.

Ce bassin, en partie comblé par les apports de l'Allier, rempli par des sables, des graviers et des cailloux roulés, est partout imbibé, pénétré par une eau minérale et thermale qui probablement sort du soubassement cristallin, et se répand dans toute la masse. Souvent les eaux douces viennent s'y mélanger, et c'est seulement sur quelques points que les eaux, ayant en quelque sorte tubé leur trajet par leurs concrétions, sont arrivées naturellement jusqu'à la surface du sol. Ce sont les anciennes sources de Vichy[1].

Vichy est peut-être la ville d'eaux la plus fréquentée de l'Europe. Son animation est extrême, ses hôtels sont innombrables. Ce n'est pas le repos que les malades doivent venir y chercher. La foule, qui souvent devient cohue, circule dans une foire perpétuelle. Plusieurs orchestres, se relayant, envoient toute la journée leurs notes cuivrées dans l'air Ce vacarme a du bon, puisque personne ne réclame : peut-être persuade-t-il aux malades dont beaucoup, atteints au foie et à l'estomac, sont mélancoliques de par la nature même de leur mal,

1. Lecoq. Les *Eaux minérales du massif central de la France.*

que c'est leur gaieté revenue qui se manifeste de cette façon vigoureuse. Les touristes habitués aux points de vue grandioses des montagnes, à l'immensité de la mer, peuvent tout d'abord trouver insignifiante la situation de Vichy. Pourtant, à bien le regarder, le paysage a du charme. D'une belle promenade, où l'on jouit d'une tranquillité relative, on a une échappée sur la jolie vallée de l'Allier. A l'horizon, des montagnes souvent assombries par des nuées orageuses, annonçent qu'on est ici sur la limite du Plateau central.

On a dit que si les eaux de Vichy avaient toutes les vertus annoncées par leurs prospectus, la maladie ne serait plus possible sur la terre. La maladie existe toujours, et pourtant les prospectus n'ont pas absolument tort : les sources de Vichy sont éminemment bienfaisantes. Les principales sont : la *Grande Grille* (32 degrés centigrades), le *puits Chomel* (40 degrés), le *puits Carré* (45 degrés), l'*Hôpital* (32 degrés), *Lucas* (28 degrés), *Lardy* (25 degrés), *Célestins* (13 degrés). Ce qu'elles contiennent avant tout, c'est le bicarbonate de soude; il prédomine tellement sur les autres principes minéralisateurs, qu'il est impossible de ne pas l'envisager comme l'élément essentiel de eur action. Sous ce rapport, l'effet thérapeutique est tout à fait en harmonie avec l'analyse, car les sources les plus actives sont celles qui renferment le plus de sel alcalin[1]. La source la plus riche en bicarbonate de soude est la source des *Célestins;* elle en contient

1. Constantin James. *Guide pratique aux eaux minérales.*

$5^{gr},32$ pour 1 litre; la moins riche, est la source *Lardy*, qui n'en a que $4^{gr},13$. La *Grande Grille*, le *puits Chomel* et le *Grand Puits* ont une identité de composition qui semble indiquer qu'elles ont la même origine.

Les eaux de Vichy sont limpides; elles n'exhalent aucune odeur, et ont une légère saveur de lessive. Elles renferment une si grande quantité d'acide carbonique qu'elles simulent à leur griffon une véritable ébullition. Quelquefois elles jaillissent avec beaucoup de force.

On les prend en bains et en boissons, et elles exercent sur l'économie tout entière une action tonique et stimulante. Elles augmentent l'alcalinité du sang et des autres liquides qui sont déjà naturellement alcalins; même elles rendent alcalines des sécrétions naturellement acides. Elles sont excellentes pour combattre l'atonie des organes de la digestion. La cure commence d'habitude à la source de l'*Hôpital*, qui contient beaucoup de matières onctueuses, et dont l'action est assez facilement supportée par l'estomac. Les hypertrophies du foie reçoivent à Vichy un soulagement extraordinaire. En même temps qu'elles rendent la bile plus fluide, ces eaux excitent la vitalité du tissu hépatique[1]. L'*Hôpital* et la *Grande Grille* sont les sources les mieux appropriées à cette affection. La gravelle, la goutte, surtout la goutte articulaire, le diabète sucré se guérissent ou du moins s'atténuent à Vichy. Les goutteux ont une tolérance remarquable pour ses eaux; aussi

1. Constantin James. *Loc. cit.*

boivent-ils surtout de la source des *Célestins*, qui est la plus forte.

Les sources de Vichy ont donné lieu non-seulement à des établissements thermaux splendides, mais aussi à des usines considérables qui procèdent toute l'année, mais surtout l'hiver, à l'embouteillage et à l'expédition des eaux, à l'extraction des sels dont on fait les pastilles et les doses qui, mêlées à de l'eau naturelle donneront loin de Vichy des bains ressemblant à ceux qu'on y prend pendant la saison.

La source chaude de Bourbon-l'Archambault (Allier) fournit 2400 mètres cubes d'eau en 24 heures. Sa température est de 60 degrés centigrades. Elle a une saveur franchement salée. Claire et limpide dans la source, elle prend en se refroidissant une teinte louche et se recouvre d'une pellicule de carbonate de chaux. Elle contient environ 4 grammes par litre de bicarbonates, sulfates, silicates, chlorures, à base de soude, de chaux et de magnésie, et aussi un peu de crénate de fer et des traces de chrome. La source chaude sert surtout en bains; les malades boivent de l'eau de la fontaine de *Jonas*, qui est froide et limpide, et qui contient environ $0^{gr},04$ de crénate et de carbonate de fer par litre. Employée en lavages, elle soulage certaines maladies d'yeux. La source de *Saint-Pardoux*, qui émerge à 17 kilomètres de Bourbon, donne une eau gazeuse comme l'eau de Seltz. Sous Louis XIV, Bourbon-l'Archambault était fort à la mode; Mme de Montespan, qui en aimait les eaux, y a passé les dernières années de sa vie. Les paralytiques, les apoplectiques, les rhumatisants, les scrofuleux éprou-

vent de bons effets d'une saison dans cette localité.

L'eau de Contrexéville (Vosges) renferme environ une fois et demie son volume de gaz acide carbonique. Elle est peu riche en principes fixes, car elle n'en contient que $2^{gr},20$ par litre. Ce sont des sels à base de chaux et de magnésie dont le sulfate de chaux forme près de la moitié. Il y a aussi un peu de crénate de fer, de sorte qu'elle exhale une légère odeur martiale. Sa saveur fraîche, acidule et un peu ferrugineuse, laisse un arrière-goût styptique. Elle est froide : 10 degrés centigrades.

On ne prend des bains qu'accessoirement à Contrexéville; mais on y boit beaucoup : jusqu'à vingt verres d'un tiers de litre, et même davantage. Ces eaux exercent une action très efficace contre la gravelle.

Pougues (Nièvre) présente beaucoup d'analogie avec Contrexéville, tant pour la composition de ses eaux que pour les maladies qu'on y traite.

Les eaux de Vals (Ardèche) sont très alcalines. Elles renferment par litre plus de 7 grammes de bicarbonate de soude à peu près pur. Elles sont gazeuses. On ne les prend pas en bains, car il faudrait les faire chauffer, ce qui les décomposerait. Elles jaillissent dans une petite vallée, au milieu des volcans du Vivarais.

L'eau de Seltz, célèbre surtout pour les imitations qu'on en a faites, est une des plus gazeuses de l'Europe. Elle est située dans le duché de Nassau, à 44 kilomètres de Francfort et à 40 de Mayence. Elle jaillit de terre avec force et grand bruit. Elle a une température de 16 degrés centigrades.

L'eau naturelle n'a été qu'imparfaitement imitée : l'eau de Seltz artificielle est, en effet, exclusivement gazeuse, tandis que l'eau de source, moins chargée de gaz libre, contient 2 grammes environ, par litre, de chlorure de sodium et de carbonate de soude, ainsi que des traces de fer.

Ems (Westphalie) est situé sur les bords du Rhin, dans le voisinage de villes qu'aiment à visiter les touristes : Francfort, Mayence, Coblentz, Cologne. Il est traversé par la Lahn. Ses environs offrent de nombreux motifs d'excursions intéressantes. Autrefois on ne connaissait de sources que sur la rive droite; la plus ancienne, le *Krœnchen* date du quinzième siècle. Aujourd'hui la rive gauche possède des sources importantes, dont l'une, captée en 1850, est certainement la plus puissante de la localité. Ces eaux diffèrent surtout par la température, qui varie chez elles de 27 à 52 degrés centigrades. Elles sont fortement gazeuses, très alcalines et chlorurées, faiblement sulfatées. Il y a une source ferrugineuse qui donne les réactions des sels de protoxyde de fer.

La source *Wilhelm's* ou du *Rocher* sort dans une grotte ouverte d'une fissure croisant la stratification de la grauwacke et des schistes alunés. D'autres fissures moindres sont imbibées d'eau minérale[1].

Il y a à Ems plusieurs établissements de bains, vastes et luxueux, comprenant aussi des cabinets de gargarisme, des salles d'inhalation et de pulvérisation. Les

1. Dr Labat. Ems et Royat. *Extrait des Annales de la Société d'hydrologie médicale.*

bains de l'hôtel de Nassau sont très stimulants, à cause du gaz qui couvre la peau de bulles innombrables. D'autres agissent sur la peau à la manière des bains alcalins.

Au début de la cure, il y a ordinairement quelques accidents: des vertiges, de l'embarras gastrique, une petite fièvre thermale.

On envoie à Ems des dyspeptiques, des gastralgiques, des rhumatisants, des goutteux, des anémiques, des femmes fatiguées et nerveuses. L'Allemagne, pauvre en eaux sulfureuses, y cherche le remède aux laryngites et aux bronchites chroniques. Autrefois on croyait y guérir la phtisie; maintenant les médecins d'Ems refusent d'entreprendre la cure de cette maladie.

L'eau d'Ems, dont on boit sur place d'assez grandes quantités en la coupant avec du lait, est l'objet d'une exportation importante. On en expédie annuellement un million de bouteilles.

A Nauheim, il y a une admirable source, le *Grosser Sprudel*, qui s'élève du sol en bouillonnant jusqu'à une hauteur de 6 mètres, et qui est tellement saturée d'acide carbonique, qu'elle ressemble à une pyramide de neige. On l'a obtenue par un forage, qui a présenté un phénomène assez curieux : on était arrivé sans rien trouver à une profondeur de 553 pieds, de sorte que, découragé, on avait abandonné les travaux. Au bout de quatre ans, le 22 décembre 1846, on entendit un craquement souterrain, et une inondation se déclara dans le voisinage du puits. C'était l'eau qui venait de jaillir.

Elle est très purgative, et s'emploie surtout en

bains; elle se renouvelle constamment dans la baignoire, et son abondance est telle qu'on pourrait donner huit cents bains par jour, et qu'il resterait encore assez d'eau pour les salines.

La *Source gazeuse* est intermittente. Toutes les demi-heures, le niveau du jet s'élève de 14 à 15 pieds, reste à cette hauteur environ une minute, puis retombe graduellement pour reprendre son premier niveau.

On a utilisé à Nauheim l'acide carbonique répandu si abondamment par les sources. Le gaz arrive dans une boîte dans laquelle le malade est enfermé jusqu'au cou. Bien qu'on garde ses vêtements, on éprouve presque aussitôt une chaleur vive, accompagnée d'un prurit général; la transpiration ne tarde pas à devenir très forte. On prend aussi des douches de gaz, surtout sur les yeux et sur les oreilles, ce qui réveille la vitalité de ces organes. Les eaux de Nauheim sont riches en chlorure de sodium. Les affections scrofuleuses sont combattues par les bains d'eau; quelques paralysies, par les bains et les douches de gaz.

L'eau de Carlsbad, en Bohème, limpide, transparente, d'une saveur un peu alcaline et salée, a été comparée à un bouillon de poulet léger. Toutes les sources ont une composition identique; elles ne diffèrent que par leur température; le *Sprudel* a 73 degrés; les moins chaudes ont 56 degrés.

Berzélius a analysé l'eau de Carlsbad, et son travail a été cité avec raison comme un modèle; il a trouvé par litre près de 5 grammes 1/2 des substances les plus différentes : acide carbonique, sulfate de soude, carbonate de soude, chlorure de sodium, carbonate

de chaux, carbonate de magnésie, silice, carbonate de manganèse, carbonate de strontiane, fluorure de calcium, phosphate de chaux, phosphate d'alumine, avec excès de base. Comme le remarque M. Constantin James, l'action thérapeutique de tant de principes minéralisateurs reste bien obscure.

Les eaux de Carlsbad se prennent surtout en boisson. Les malades arrivent facilement à en boire une douzaine de verres dans la matinée, et quelques-uns vont jusqu'à quinze, vingt ou même plus sans aucun inconvénient. Ce sont surtout les hypertrophies du foie qui cèdent à leur puissante influence; elles sont souveraines aussi contre la gravelle, la goutte et certaines affections de la peau.

A 6 kilomètres de Carlsbad est Marienbad, dont les sources froides ont une composition chimique très analogue à celle des eaux de Carlsbad; aussi lui donne-t-on quelquefois le nom de *Carlsbad froid*. Le *Marienbrunn* est une source tellement gazeuse que le bassin qui le reçoit ressemble à une cuve en fermentation, et qu'elle est toujours couverte d'un nuage d'acide carbonique. Une autre source, le *Ferdinandsbrunn*, semble dans son réservoir avoir la blancheur du lait, à cause de l'immense quantité de petites bulles gazeuses qui s'en échappent, tandis que dans un verre, l'eau est d'une transparence admirable. On traite à Marienbad les mêmes affections qu'à Carlsbad; mais l'action des eaux y est plus douce.

Dans le Caucase, les eaux de Kislodovodsk sont si abondantes qu'elles forment une belle gerbe bouillonnante dans l'espèce de bassin en bois qui encaisse la

source. L'eau, très acidulée, dégage tant d'acide carbonique que, renfermée dans une bouteille et agitée quelques instants, elle la fait éclater.

En même temps l'eau de Kislodovodsk entraîne en jaillissant et en bouillonnant, une quantité considérable d'un sable fin et ferrugineux, détaché du grès vert chlorité sous-jacent et qui n'altère en rien sa qualité de l'eau : après un repos de quelques secondes, elle devient limpide et ne présente à l'analyse aucune trace de fer.

Pallas a donné une excellente description des sources de Kislodovodsk. Lors de son voyage, elles étaient connues sous le nom tcherkesse de *Nar-Zana*, boisson des Géants ou des Esprits. Les Tartares lui donnaient celui d'*Atché-Sou*, eau acide. Pallas voulut leur imposer celui de *Bains d'Alexandre*, en l'honneur de son élève, alors grand-duc de Russie; mais le nom ne fut pas adopté par l'usage, qui a consacré celui de Kislodovodsk, sorte de traduction du nom tartare.

Le gouvernement russe a fait bâtir à ses frais les établissements de bains. On y chauffe les eaux de la source pour l'usage. Mais la majeure partie des voyageurs qui fréquentent Kislodovodsk sont plutôt des buveurs d'eau que des baigneurs.

L'eau de la source forme un petit ruisseau qui se mêle à un autre, le Nar-Zana, et lui communique tellement son acidité qu'il en devient inhabitable pour les poissons, truites et barbeaux, très nombreux au contraire au-dessus du mélange des eaux de la source[1].

1. Dubois de Montpéreux. *Voyage autour du Caucase.*

La source de *Bou-Chater*, l'ancienne Utique, dans la régence de Tunis, contient pour 1 litre, $0^{gr},9689$ de sels, dans lesquels entrent $0^{gr},1684$ d'arséniates de potasse et de soude. Ces eaux seraient donc, de toutes celles que l'on connaît, les plus riches en arsenic. Elles pourraient, par conséquent, avoir été la cause des accidents qui, d'après Appien, seraient arrivés aux soldats de l'armée de Curion, lieutenant de César, entre Utique et les bords du Bagrada, à l'est de la ville. Tous ceux qui burent de ces eaux, dit l'historien, eurent la vue trouble, comme si un nuage se fût répandu sur leurs yeux. Le besoin de sommeil compliquait ce premier accident. A l'assoupissement se joignirent des vomissements continuels avec des convulsions dans tout le corps, ce qui mit Curion dans la nécessité de décamper et de ramener son armée du côté d'Utique.

Le docteur Guyon[1], qui rappelle ce fait, pense que, depuis cette époque, la composition des eaux doit avoir changé, parce que les bestiaux viennent boire sans inconvénient dans le ruisseau qu'elles alimentent et que les habitants en usent comme boisson après les avoir laissées refroidir. A quoi Lecoq[2] répond qu'il n'y aurait rien d'étonnant à ce que les eaux eussent perdu de l'arsenic; mais que les quantités indiquées par Guyon et par Ville sont suffisantes pour exercer une action nuisible sur l'organisme. Les eaux de la Bourboule, en effet, qui ne donnent que $0^{gr},00705$ par

1. *Étude sur les eaux thermales de la Tunisie*, 1864.
2. *Les eaux minérales considérées dans leurs rapports avec la chimie et la géologie.*

litre, indisposent quelquefois si sérieusement certaines personnes impressionnables, qu'on observe chez elles les symptômes d'un empoisonnement véritable.

CHAPITRE VII

LES EAUX FERRUGINEUSES

L'importance incomparable du fer comme reconstituant des forces épuisées a fait de tout temps une grande place aux eaux ferrugineuses pompeusement qualifiées de *Martiales*.

La France possède une des sources les plus riches de cette catégorie : c'est celle d'Orezza, en Corse.

Bagnères-de-Bigorre, une des plus importantes villes d'eaux des Pyrénées, qui doit sa fortune autant à la beauté de son site qu'à la vertu de ses eaux, appartient à la même catégorie. Ses eaux, qui sont si abondantes qu'elles s'échappent en ruisseaux fumants coulant à gros bouillons, en sont pas des eaux sulfureuses, quoi qu'en disent les habitants, jaloux de Luchon et de Barèges : quand on goûte les eaux de Bigorre, on leur trouve avant tout une saveur ferrugineuse; en effet, elles déposent dans leurs canaux du carbonate de fer. Elles contiennent en outre quelques sels à base de soude, de magnésie et de chaux. La température des sources est généralement élevée. La source *Dauphin* a 49 degrés; les sources *Salies* et *Cazauxs* 51 degrés, la source *Lasserre*, 48 degrés. La plupart s'emploient

en boissons et en bains. Bigorre convient aux personnes nerveuses et fatiguées.

Spa (Belgique) est la corruption d'un vieux mot *espa*, qui veut dire fontaine. La vertu des sources de cette localité est connue depuis fort longtemps. Les eaux ferrugineuses bicarbonatées sont froides et limpides; l'acide carbonique qui s'en dégage en bulles abondantes simule un véritable bouillonnement.

Parmi les sources, il en est de tout à fait célèbres. La source du *Pouhon* est au centre de la ville, à 344 mètres d'altitude; sa température est de 9 degrés centigrades. Elle sort en bouillonnant des fentes de roches micacées. Les bulles d'acide carbonique viennent crever à la surface avec un bruit léger, qui devient plus fort à l'approche de la pluie. L'eau contient environ $0^{g},05$ de carbonate de fer par litre C'est à peu près la seule qu'on exporte.

La *Géronstère* jaillit à 3 kilomètres au sud de Spa sur la lisière d'un bois. Y aller de Spa, c'est faire une très jolie promenade. Sa température est de 8 degrés. Elle dégage une légère odeur sulfureuse provenant des terrains tourbeux que l'eau traverse avant de s'échapper du sol. Elle est peu ferrugineuse, car elle renferme par litre à peine $0^{gr},03$ de fer qui est à l'état de crénate.

La *Sauvenière* et le *Groesbeck* sont deux sources situées à 2500 mètres au S.-E. de Spa. Elles jaillissent chacune dans un puits carré taillé dans le roc et surmonté d'un petit dôme. Leur température est de 10 degrés. Le *Groesbeck* contient moins de fer et plus de gaz que la *Sauvenière*. Dans la pierre qui entoure

le puits de la *Sauvenière*, est le trou connu sous le nom de *Pied de Saint-Romacle*, auquel sont attachées des légendes.

Les *Sources du Tonnelet*, situées à 2 kilomètres à l'est de Spa, se signalent au loin par le bouillonnement bruyant de l'acide carbonique. Ce gaz est tellement abondant que dans le voisinage des sources, des animaux ont été frappés d'asphyxie. Les caves du village voisin en sont remplies au point que les chandelles s'y éteignent. Mêlée au vin, l'eau de ces sources est des plus agréables.

L'action des eaux de Spa est essentiellement fortifiante et tonique. Il y a un choix à faire pour les malades parmi les différentes sources. Le *Pouhon* convient à certaines affections abdominales, à l'anémie quand elle est consécutive à des hémorrhagies. C'est une eau très active que les constitutions un peu robustes peuvent seules supporter. Au contraire, on fait boire à la *Géronstère* les personnes d'un tempérament faible, dont les organes sont très impressionnables. Cette source est plutôt tonique qu'excitante. Le *Groesbeck* est employé avec avantage contre des maladies des reins et de la vessie. Les deux *Tonnelets* agissent à la manière des eaux de Seltz.

C'est surtout pour boire que l'on va à Spa : on absorbe de 2 à 8 verres. Les personnes dont l'estomac est irritable coupent leur eau avec du lait.

Spa est située dans un beau site. Des fêtes et des distractions de toutes sortes sont offertes aux étrangers. De là en partie l'immense succès de ses sources, d'ailleurs excellentes.

Les eaux de Pyrmont (Westphalie) sont ferrugineuses, avec une température de 12 degrés centigrades. Dans une des sources, le *Brodelbrunnen*, l'acide carbonique en s'échappant, produit une véritable explosion qu'on entend à une assez grande distance. Un litre d'eau de Pyrmont contient $0^{gr},07$ de carbonate de fer. Les gens débiles reprennent vie dans cette station.

CHAPITRE VIII

LES EAUX BORATÉES

Le bore est un des corps simples les moins répandus. Il se trouve localisé dans quelques gisements recherchés avec avidité pour les besoins de l'industrie. Certaines eaux le renferment à l'état de borate de soude ou borax, et parmi les plus connues il faut rappeler les soffioni de la Toscane. Ces jaillissements d'un si vif intérêt seront seulement mentionnés ici, parce que nous aurons à en faire l'histoire un peu plus loin, à cause de leur très haute température.

Parmi les autres sources boratées nous ferons une place à part à celles de l'Asie centrale.

Une des régions les plus inaccessibles du Thibet, Khatchi, « contrée du froid et des tourmentes », dit M. Elisée Reclus, dont les Thibétains eux-mêmes ne connaissent que les parties méridionales, recèle, à une altitude moyenne qui égale celle du mont Blanc, des lacs considérables dont plusieurs sont les sources des grands fleuves. Tel est le Tengri-Nor, ou Lac Céleste, situé à l'angle sud-oriental du plateau de Khatchi, et dont la nappe d'eau, d'une profondeur inconnue,

mesure 80 kilomètres de long sur 25 à 40 kilomètres de large. Il en sort un ruisseau qui va rejoindre une rivière issue du Tchargut tso, tributaire de l'Océan Indien. Les bords de ce lac sont saints; et malgré les difficultés de la route, les brigands dont elle est infestée, des milliers de pèlerins y viennent satisfaire leur dévotion. Ils emportent comme reliques jusqu'aux fossiles de la roche. En même temps, beaucoup d'entre eux soignent leurs intérêts temporels, en emportant des chargements de borax. Des sources chaudes jaillissent, en effet, dans le voisinage du Tengri; et, plus au nord, dans une dépression du plateau, le Boul tso ou « lac du Borax ». C'est du Boul tso que venait jadis en partie le borax dit de Venise, parce qu'on le raffinait dans cette ville.

« Ces efflorescences témoignent de la rareté des pluies et des neiges sur le plateau de Khatchi. Et pourtant c'est immédiatement à l'est que commence cette région si remarquable de l'Asie, où les ruisseaux, les rivières coulent de toutes parts pour se réunir en fleuves puissants. Ce contraste provient de ce que des montagnes limitent le bord du plateau et ne reçoivent l'humidité que sur leurs pentes tournées vers les vents marins du sud et du sud-est. Évidemment ces montagnes sont divisées en plusieurs massifs, puisque les cartes chinoises représentent divers cours d'eau des bassins tributaires de l'Océan Indien et du Yangtze Kiang comme prenant leurs sources sur le plateau de Khatchi : des vallées d'érosion partagent en chaînons distincts les protubérances du

seuil, mais celui-ci est presque partout assez élevé pour causer une grande différence de climat entre les deux versants[1]. »

1. *Asie orientale*

CHAPITRE IX

LES EAUX SULFURIQUÉES ET LES EAUX CHLORHYDRIQUÉES

Les acides sulfurique et chlorhydrique libres, c'est-à-dire non engagés dans des combinaisons avec des bases, se trouvent en dissolution dans certaines eaux d'ailleurs exceptionnelles.

On trouve dans la solfatare de Pouzzoles, à une profondeur de 10 à 12 mètres, une eau thermale qui contient en solution les matières produites par la décomposition lente des roches environnantes. Cette eau, agitée par les fumerolles abondantes que dégage le sol volcanique, semble sans cesse en ébullition. Sa température moyenne est de 52 degrés ; elle est très limpide, d'un goût acide et légèrement styptique ; elle rougit fortement le papier de tournesol, attaque faiblement les métaux communs et décompose les carbonates en produisant un dégagement d'acide carbonique. Elle contient de l'acide sulfurique libre, ce qui la distingue de toutes les eaux connues en Europe. On y trouve aussi le même acide combiné à l'alumine, à la potasse, à l'oxyde de fer, à la chaux et à la magnésie ; et l'analyse y décèle de l'arsenic. Par l'évaporation et la concentration, on obtient un alun par-

faitement cristallisé, dans lequel outre l'alumine, l'acide sulfurique et la potasse, se présentent de l'ammoniaque, du protoxyde de fer, de la chaux et de la magnésie.

L'eau de la solfatare coagule l'albumine, et empêche la putréfaction des substances animales. On l'emploie avec succès dans l'hôpital des *Incurabili*, à Naples, pour le traitement des plaies sanieuses et gangreneuses presque incurables[1].

Humboldt, le premier, a fait connaître le remarquable phénomène d'une source thermale donnant naissance à toute une rivière chargée d'acide sulfurique, la rivière de Vinaigre, nommée par les indigènes Pusambio. Le *Rio Vinagre* jaillit à 10 000 pieds de hauteur environ, du versant nord-ouest du volcan Puracé au pied duquel est bâtie la ville de Popayan. Il forme trois cascades pittoresques, dont l'une tombe verticalement de 300 pieds de haut, le long d'un mur de trachyte. Du point où il reçoit cette petite rivière jusqu'aux embouchures du Pindamon et du Palacé, c'est-à-dire sur une distance de 2 à 3 milles, le Rio Cauca ne nourrit aucun poisson : grave inconvénient pour les habitants de Popayan, qui observent rigoureusement la loi du maigre! D'après l'analyse qu'en a faite M. Boussingault, les eaux du Pusambio contiennent une grande quantité d'hydrogène sulfuré et d'acide chlorhydrique, avec un peu de sulfate de soude. Près de la source, le même savant a trouvé une température de 72°,8. La partie supérieure du

1. S. de Luca. *La Nature*, 1861 (2e semestre).

Pusambio est souterraine. Dans le paramo de Ruiz, sur la pente du volcan du même nom, à 11 400 pieds de hauteur, il est une autre source dans laquelle M. Boussingault a trouvé trois fois autant d'acide sulfurique que dans le Rio Vinagre.

Le volcan de Puracé est un dôme de trachyte semi-vitreux ; il n'offre pas un grand cratère à son sommet, mais plusieurs petites ouvertures ; sa bouche est une fente verticale dont l'ouverture visible n'a que deux mètres de long et un mètre de large. Elle est recouverte par une couche de soufre très pur qui a un demi mètre d'épaisseur. Le bruit que l'on entend près du volcan ne peut être comparé qu'à celui que causeraient plusieurs chaudières au moment où l'on ferait échapper la vapeur comprimée. L'ouverture communique avec un bassin rempli d'eau en ébullition, mais elle exhale une forte odeur d'hydrogène sulfuré, et elle contient de l'acide chlorhydrique[1].

1. De Rivero et Humboldt.

CHAPITRE X

LES EAUX BITUMINEUSES

Certaines eaux minérales contiennent du bitume. Le puy de la Poix, en Auvergne, en fournit un exemple classique. On aperçoit tout autour de ce monticule de larges taches noires produites par le bitume qui est sorti de la terre, et l'on sent bientôt une odeur désagréable et très forte indiquant l'approche de la source. Celle-ci jaillit d'un petit enfoncement situé sur le bord du chemin. On remarque à la surface de l'eau une couche de bitume à travers laquelle se dégagent des bulles abondantes de gaz sulfhydrique. L'eau renferme une très grande quantité de sel marin.

On trouve aussi du bitume à Pont-du-Château (Puy-de-Dôme). Il a été analysé par Ebelmen, qui y a trouvé, en mélange intime, 20 pour 100 d'eau.

Presque toutes les eaux de la Limagne renferment une petite quantité de bitume qui suffit pour leur donner une saveur désagréable et les rendre insalubres en très peu de temps si elles sont stagnantes. A Montferrand la quantité en est forte.

Bechelbronn et Lobsann en Alsace, sont riches en sources salées et bitumineuses. Le bitume est même

activement exploité à Bechelbronn. Il y sourd une source dont l'eau, chargée d'un bitume, fit jadis découvrir les mines. On se bornait autrefois à recueillir celui qui surnageait dans le bassin de la fontaine. Wimpheling, qui écrivait en 1498, dit que depuis longtemps on se sert du bitume de Bechelbronn; dans le seizième siècle, l'eau fournissait spontanément l'huile minérale en si grande quantité que les paysans des environs s'en servaient pour alimenter leurs lampes et pour graisser leurs voitures. Bechelbronn est la corruption du mot Pechelbronn, qui veut dire *puits de la poix*.

On connaît, du reste, des sources de bitume dans toutes les parties du monde. L'asphalte solide qui flotte sur les eaux de la mer Morte y est apporté par des sources.

La presqu'île d'Apchéron, dans le Caucase, est célèbre pour ses sources de naphte. Le sol est pour ainsi dire imprégné de cette substance. Dans certains endroits, il suffit d'enfoncer une canne en terre pour en faire jaillir du gaz, et il n'est pas rare de trouver le pétrole en grandes masses à 5 mètres seulement de profondeur.

L'eau, le pétrole et les gaz se rangent dans les couches, suivant leur densité relative. Le commencement d'une éruption pétrolifère est un vrai volcan de boue et de pierre.

Les indigènes exploitent le pétrole sans aucune précaution, et l'on peut s'étonner qu'il n'y ait pas chaque jour à Bakou de terribles explosions. Mais les industriels aisés et les compagnies russes ont des appareils

à fermetures convenables qui ménagent au pétrole un débit régulier.

D'après le consul anglais Peacock, Bakou renferme beaucoup plus d'huile que les régions pétrolifères de l'Amérique, et celles-ci, jusqu'à présent maîtresses sur tous les marchés, commencent à rencontrer en Russie une très rude concurrence.

Pallas a fait la description d'une source de bitume de la même région, située près du village de Baïtugan-basch[1]. « L'eau se couvre, dit-il, dans le petit bassin, d'un asphalte noir très tenace, très gluant, qui a la couleur et la consistance d'un goudron épais, et qui, toutes les fois qu'on l'enlève, se forme de nouveau en peu de jours! » Quoiqu'il n'y en eût que quinze environ que tout l'asphalte eût été enlevé du bassin lorsque Pallas s'y rendit, il put néanmoins en faire prendre environ six livres. « Il y en avait au delà d'un doigt d'épaisseur attenant à la montagne; mais cette épaisseur allait toujours en diminuant jusque vers l'écoulement du bassin, ce qui prouverait que l'eau en entraîne toujours une partie en s'écoulant. Toute la cavité de la source est tapissée de cet asphalte. Après qu'on a fait enlever le bitume de dessus la surface de l'eau, on la voit se couvrir encore d'une huile de pétrole singulièrement fine, très forte et très pénétrante qui, quoiqu'en petite quantité, s'enflammerait très facilement sur la surface de l'eau qu'on tirerait du bassin avec cette huile. »

M. Bertrand, missionnaire, a donné des renseigne-

1. *Journal de physique*, tome XXI, suppl.

ments très curieux sur les puits salifères et bitumineux de la Chine, qu'on appelle aussi des puits de feu. Leur eau contient des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium; aucune trace de sulfates, mais des traces évidentes de chlorhydrate d'ammoniaque et de matières organiques. Au nombre de dix mille environ, ils occupent un espace de 30 lieues carrées et donnent depuis un temps immémorial du sel dont les eaux mères contiennent du bitume sous des formes diverses, et notamment du carbure d'hydrogène d'un jaune pâle, désigné sous le nom de pétrolène. Il se dégage en même temps de ces puits, creusés à 500, 600 et jusqu'à 1000 mètres, un gaz très inflammable qui est probablement de l'hydrogène carboné.

Le pétrole américain est exploité seulement depuis 1854; et c'est de 1861 que date la grande production. Quand les sources de bitume ont été découvertes à *Oil-Springs*, au milieu de magnifiques forêts, on voyait le pétrole sortir de terre en différents endroits. Il bouillonnait et s'accumulait dans les cavités du sol, où il formait des espèces d'étangs naturel. En hiver, l'huile s'ouvrait un passage à travers des couches de glace de plus d'un pied d'épaisseur, et son travail était accompagné de bruits souterrains qui se faisaient entendre à une certaine distance.

L'huile est toujours associée à de l'eau salée. Mais, malgré leur extrême importance, nous n'insisterons pas sur ces sources, dans lesquelles l'eau n'a qu'un rôle insignifiant.

CHAPITRE XI

LES SOURCES DE BOUE

En maintes localités, l'eau qui jaillit du sol apporte des quantités considérables de boue plus ou moins liquide. C'est, par exemple, ce que montre dans toute sa netteté une région voisine de Girgenti, en Sicile. En hiver, après les longues pluies, la plaine des *Maccalube* est une surface d'argile et d'eau, formant une sorte de pâte bouillante d'où la vapeur s'échappe en sifflant ; mais les chaleurs du printemps et de l'été durcissent cette argile en une croûte épaisse que les vapeurs percent sur divers points et recouvrent de monticules grandissants. A la pointe de chacun des cônes, une bulle de gaz gonfle en ampoule la bouillie argileuse, puis la fait crever et l'épanche en une mince nappe sur le talus ; le liquide retombe dans le cratère, puis une nouvelle bulle soulève d'autre argile, l'étend sur la première couche déjà durcie, et ce va-et-vient continue incessamment jusqu'à ce que les pluies d'hiver aient de nouveau délayé tous les cônes.

M. Gorceix a été témoin, dans l'île de Nisyros (Archipel grec), d'une éruption de boue, dont il a donné une description.

Il existe à Nisyros un ancien volcan, à l'extrémité sud-ouest duquel se trouvait une solfatare circulaire; on y voyait aussi un cratère adventif, très irrégulier, et source de fumerolles sulfhydro-carboniques nombreuses.

Le 3 juin 1874, de fortes secousses furent ressenties dans toute l'île; on vit s'ouvrir, sur le revers extérieur du cratère adventif, une bouche de 6 à 7 mètres de diamètre, où se creusa une fente de 50 mètres de longueur. Des torrents d'eau chaude salée s'en échappèrent pendant trois heures, avec accompagnement de projections de pierres; pendant trois jours il y eut des éruptions nombreuses d'une boue noirâtre très fluide, dont l'évaporation laissa d'épaisses couches de chlorure de sodium et de magnésium, souvent teintes par de l'oxyde de fer. Les champs en furent couverts, et, si elle eût coulé quelques heures de plus, tout le cratère de l'ancien volcan serait devenu un vaste lac.

L'épaisseur moyenne de la coulée de boue fut de 3 mètres, sa longueur de 500 et sa largeur de 150.

Cette éruption fut suivie d'une première période de calme. Beaucoup de vapeur d'eau et d'hydrogène sulfuré, sans projections de solides, s'échappaient de la nouvelle bouche et des deux anciennes fumerolles principales.

Tous les jours on sentait de petites secousses. Le 11 septembre, elles augmentèrent d'intensité. Le 26, les nouvelles ouvertures s'accrurent considérablement. De l'une d'elles, occupant le fond du cratère adventif, il s'échappait de l'eau salée et de la boue, avec de nombreuses projections de pierres.

Un quart de la circonférence du cratère fut occupé, au nord-ouest, par une crevasse de 3 à 4 mètres de large, remplie à une grande profondeur par de l'eau bouillante.

Depuis lors, les dimensions des deux nouvelles bouches ont beaucoup augmenté. L'une d'elles a l'aspect d'un vaste puits, dans lequel, à 30 mètres de profondeur environ, se trouve une nappe d'eau bouillante, lançant des colonnes de vapeur blanche.

On rencontre à Bulganak, en Crimée, non loin d'Iénikalé, des cratères d'éruption laissant échapper, au lieu de lave, de la boue délayée.

Le volcan le plus important du groupe, présente un cratère parfaitement rond, de 8 mètres de diamètre. Sur son bord la boue est épaisse, tandis qu'au centre elle est molle et liquide. Il s'en échappe constamment des bulles de gaz, qui font entendre en éclatant un bruit métallique. On a constaté le dégagement de 50 bulles gazeuses par minute. Les plus grosses projetaient la boue à une hauteur de 3 décimètres et répandaient une faible odeur de soufre et de naphte.

Plus au nord, sont des volcans plus petits. Ils ont tout au plus de 6 à 10 mètres de hauteur, et seulement de 3 à 6 décimètres de diamètre. Dans les uns, les bulles de gaz s'élèvent continuellement ; dans les autres, elles n'éclatent que périodiquement. Après une pause de quelques secondes, on voit s'élever en même temps, en divers points, jusqu'à 15 bulles de gaz, qui projettent la boue jusqu'à 10 et 15 centimètres. Il suffit de presser le sol avec le pied, sur les bords du cratère, pour déterminer une grande agitation dans

la vase et augmenter le nombre des bulles de gaz. La température de la boue liquide est beaucoup plus basse que celle de l'air extérieur.

Dans le voisinage de Stariu-Turkan, on connaît une cinquantaine de sources de boue, dont plusieurs n'ont que 12 à 15 décimètres de haut, avec un orifice extrêmement étroit.

Rappelons aussi les salzes de la presqu'île de Taman, qui sont justement célèbres.

Les *Volcancitos* ou volcans de boue de Turbaco (Nouvelle-Grenade), étudiés par Humboldt, sont au nombre de vingt. Les plus grands, formés de terre glaise d'un gris noir, ont 18 à 22 pieds de hauteur et au moins 80 pieds de diamètre à la base. Au sommet se trouve un orifice circulaire de 5 à 7 pieds de circonférence, entouré d'un petit mur de boue. Le gaz sort avec violence, sous forme de bulles. La partie supérieure de l'entonnoir est remplie d'eau reposant sur une couche épaisse de boue.

Les volcans de boue de Tondano, dans les Célèbes, à 2 kilomètres environ des eaux thermales, sont encore plus extraordinaires : dans une légère dépression de terrain en pente, on voit un petit lac de fange liquide, semé par endroits de larges taches bleues, rouges et jaunes et bouillonnant en laissant échapper des bulles de gaz. Tout autour l'argile durcie est percée de puits étroits, petits cratères remplis de boue fumante ; les éruptions en miniature se succèdent sous les yeux du spectateur ; il se forme d'abord un trou, par où s'élancent des jets de vapeur et de fange brûlante, et qui en se desséchant devient un cône au

sommet duquel s'ouvre un cratère. Il serait imprudent de contempler de trop près ces phénomènes ; le sous-sol est entièrement en ébullition et le terrain cède sous le pas comme une mince croûte de glace. « Je réussis cependant à m'avancer auprès d'un des petits jets marginaux et j'étendais la main pour me rendre mieux compte de la chaleur qui en pouvait rayonner, lorsqu'une petite bluette de boue liquide m'éclaboussa le doigt, qu'elle brûla comme de l'eau bouillante. A quelques mètres plus loin, une surface nue, plane et chaude comme la tôle d'un four, est, sans nul doute, un ancien étang de boue desséchée et durcie. Partout à la ronde affleurent des gisements d'argile blanche et rougeâtre employée dans le pays à badigeonner les murs ; la chaleur du sol est si forte qu'à peine si je pouvais tenir la main dans les fissures de quelques pouces de profondeur d'où s'élève une épaisse vapeur soufrée. Quelques années auparavant, d'après ce qu'on raconte, un voyageur français s'étant hasardé trop près du lac de boue, la croûte s'en effondra et il fut englouti dans l'horrible chaudière[1]. »

La salze de Kouvou, dans l'île de Java, présente de loin le spectacle d'une mer furieuse, dont l'écume épaisse retombe sous le vent. Dans son voisinage est un grand village où l'on recueille l'eau qui se sépare de la boue, pour en extraire du sel qui est exclusivement réservé au souverain. Les sources sont au milieu d'une plaine élevée et bourbeuse dont

1. Alfred Wallace ; l'Archipel malaisien ; *Tour du monde*, tome XXIV, p. 248. 1872.

la circonférence est d'environ 2 milles anglais; elles sortent d'énormes monceaux de boue salée, de 10 à 20 pieds de hauteur, qui affectent la forme d'hémisphères. Ces masses s'entr'ouvrent avec bruit, sept à huit fois par minute, en rejetant à chaque fois, avec une fumée épaisse et blanchâtre, de véritables torrents de boue.

En d'autres endroits, on voyait s'élancer du sol de petits jets de boue qui s'élevaient comme des fusées jusqu'à 20 ou 30 pieds.

CHAPITRE XII

LES SOURCES DE GAZ

Certaines sources, au lieu de livrer passage à du liquide ou à de la vapeur d'eau, laissent jaillir des substances gazeuses. Les plus fréquentes fournissent de l'acide carbonique; mais il en est aussi d'où se dégage de l'ammoniaque ou de l'hydrogène carboné.

Tous les touristes vont visiter à Royat, aux portes de Clermont-Ferrand, une grotte dans laquelle s'accumule l'acide carbonique que le sol volcanique laisse exsuder sans cesse. Toutefois la grotte du Chien, à Pouzzoles, est la source la plus célèbre d'acide carbonique. C'est un cabanon dont les parois sont taillées dans le sol. Le sol est terreux, humide et brûlant. Le gaz sort en petites boules qui éclatent et se réunissent au nuage blanchâtre flottant au fond de la grotte. Ce nuage, formé d'acide carbonique coloré par un peu de vapeur d'eau présente une surface supérieure non horizontale, à cause de son écoulement, mais inclinée. Sa plus grande épaisseur (60 centimètres en moyenne) correspond à la partie la plus profonde de la grotte. Le gaz s'échappe par le seuil de la porte, et coule comme un ruisseau le long de la montagne. Si la

grotte était hermétiquement close, elle se remplirait entièrement de gaz irrespirable et deviendrait mortelle pour l'homme comme pour le chien. Les expériences sont trop connues, pour que nous y insistions : extinction de la lumière, asphyxie des animaux, etc. Le docteur Constantin James raconte que, lors de sa visite, c'était le même chien qui montrait, plusieurs fois par jour, depuis trois ans, les effets du gaz au visiteur. Sa santé générale n'en était nullement affectée; mais il était trop bien instruit des désagréments de son rôle. Dès qu'il apercevait un étranger, il devenait triste, hargneux, aboyait sourdement, se montrait disposé à mordre. Il fallait que son maître le tînt en laisse pour le conduire à la grotte, et encore se faisait-il traîner en baissant la queue et les oreilles. Lorsque après son asphyxie, on l'avait fait revenir à lui, il s'enfuyait, comme redoutant une seconde séance, et surveillait le départ du visiteur. Alors il l'accompagnait avec tous les témoignages de la joie la plus vive et la plus expansive.

Il paraît qu'il y a trois siècles, le prince de Tolède fit l'expérience sur un homme. On étendit dans la grotte un criminel dont on avait lié les pieds et les mains de manière qu'il ne pût se soulever au-dessus de la couche d'acide carbonique. On l'y laissa dix minutes; quand on le retira, il était mort.

Il est très probable qu'une source d'eau thermale passe sous la grotte, et qu'elle y envoie son acide carbonique. Le lac d'Agnano, qui est à quelques pas et à 5 ou 6 mètres plus bas bouillonne en plusieurs endroits. Quand l'eau est transparente, on aperçoit des

courants qui viennent de la direction de la montagne, et qui seraient l'écoulement de cette source.

Les anciens connaissaient les effets des émanations d'acide carbonique. Strabon[1] a donné la description du *Plutonium*, source située non loin d'Hiérapolis, « au pied d'un mamelon peu élevé détaché de la chaîne principale : c'est un trou à peine assez large pour donner passage à un homme, mais extrêmement profond. Une balustrade le protège, qui peut avoir un demi-plèthre de développement, et qui forme une enceinte carrée, toujours remplie d'un nuage épais de vapeurs, lesquelles laissent à peine apercevoir le sol. Ces vapeurs sont inoffensives quand on ne fait que s'approcher de la balustrade et que l'air est calme, parce qu'alors elles ne se mêlent pas à l'air extérieur et demeurent concentrées toutes en dedans de la balustrade, mais l'animal qui pénètre dans l'enceinte même est frappé de mort à l'instant : des taureaux, par exemple, à peine introduits, tombent et sont retirés morts. Nous y avons lâché, nous personnellement, de pauvres moineaux, pour les voir tomber aussitôt sans souffle et sans vie. Toutefois les prêtres de Cybèle (les Galles, comme on les appelle) entrent impunément dans l'enceinte; on les voit même s'approcher du trou, se pencher au-dessus, y descendre à une certaine profondeur (mais à condition de retenir le plus possible leur haleine, comme le prouvent les signes de suffocation que nous surprenions sur leur visage). »

Strabon ne se contente pas de cette remarque judi-

1. Livre XIII.

cieuse sur l'arrêt de la respiration pendant l'expérience des prêtres de Cybèle, et il se demande, ce qui est moins fort, s'ils pouvaient le faire impunément par privilège spécial ou grâce à des préservatifs secrets. Sans doute, ces prêtres ne restaient pas plus longtemps dans le plutonium que les plongeurs sous l'eau. A l'observation de Strabon, qui est bonne, Apulée en ajoute une autre, qui est excellente : c'est que ces mêmes prêtres qui approchaient impunément de l'antre, avaient l'habitude de tenir le visage élevé. Or, c'est là ce qu'on recommande encore aux touristes qui visitent les grottes du Chien, soit à Naples, soit à Royat. L'acide carbonique que renferment ces cavernes et les *plutonium* des anciens est plus lourd que l'air et s'accumule à la partie inférieure du réservoir. Ordinairement le visage de l'homme dépasse le niveau qu'il atteint; tandis que les animaux en sont tout entiers enveloppés, et en subissent tous les effets.

Autrefois le cratère qui forme aujourd'hui le lac d'Averne émettait des torrents d'acide carbonique. Les oiseaux qui volaient autour de la montagne tombaient foudroyés : de là le nom d'Averne qui signifie « sans oiseaux. »

La vallée de la Mort, dans l'île de Java, dégage aussi de l'acide carbonique. Un journal de Californie, *la Cronica de los Angeles*, en donne la description suivante :

« En approchant de cette vallée, nommée Grevo-Oupas, nous éprouvâmes des nausées très fortes et une sorte d'étourdissement; en même temps nous

percevions une odeur suffocante. A mesure que nous avancions vers ses limites, ces symptômes se dissipaient, et nous pûmes examiner tout à notre aise le spectacle qui s'offrait à nos yeux.

« Cette vallée de mauvais augure peut avoir environ un mille de tour; sa forme est ovale, et sa profondeur au-dessous des terrains contigus est de 30 à 39 pieds. La partie inférieure est absolument plate, sèche, sans végétation et parsemée de squelettes d'hommes, de tigres, de sangliers, d'oiseaux, de cerfs, etc., gisant parmi d'énormes quartiers de rochers. On ne remarque dans toute son étendue ni vapeur, ni crevasse dans le sol, qui paraît aussi dur et aussi compact que de la pierre. Les collines escarpées qui circonscrivent cette vallée de désolation sont couvertes, de leur base jusqu'à leur cime, d'arbres et d'arbustes de la plus robuste végétation.

« Nous descendîmes sur le flanc d'une de ces collines, en nous aidant de nos bâtons de bambou, jusqu'à environ 18 pieds du fond; arrivés à ce point, nous fîmes descendre un chien jusqu'en bas. En moins de cinq secondes, il tomba sans mouvement, mais il respira encore l'espace de dix-huit minutes. Un autre chien succomba à l'influence mortelle de la vallée au bout de dix minutes. Un poulet ne résista qu'une minute et demie et périt même avant d'atteindre le fond. Devant nous se voyait un squelette humain. Les os acquièrent dans ce lieu la blancheur et l'aspect du marbre....

« Les montagnes voisines sont volcaniques. »

A peu de distance de la Grotte du Chien de Pouz-

zolles est une grotte d'ammoniaque, beaucoup moins célèbre que la source d'acide carbonique, mais tout aussi intéressante, et présentant des phénomènes plus intenses. Nous en empruntons la description au docteur Constantin James :

« L'intérieur de la grotte, dit-il, a l'aspect d'une fosse à peu près carrée, de 1 mètre de profondeur, que recouvre une voûte en maçonnerie, haute de 3 mètres environ.... En entrant vous ne distinguez rien qui annonce la présence du gaz. L'atmosphère est partout transparente ; point d'odeur, tant que vous restez debout. Le sol est sec, brunâtre, pulvérulent, sans aucune trace de végétation.

« C'est que le gaz se trouve à la partie inférieure de la grotte. J'aurais cru, au contraire, qu'en raison de sa légèreté spécifique il aurait gagné la partie supérieure. La disposition inverse tient à quelque combinaison physique ou chimique dont je n'ai pu me rendre compte, et qui nécessiterait un nouvel examen....

« Ayant puisé du gaz dans le creux de la main, je le portai vivement à mon nez et à ma bouche. Il me fit éprouver une sensation des plus désagréables. C'était bien l'odeur *sui generis* de l'ammoniaque, ainsi que sa saveur caustique et pénétrante....

« La hauteur de la couche d'ammoniaque est de 1 mètre environ. Je constatai de plus que le gaz occupe la totalité de la fosse, et qu'il ne s'échappe point par le seuil de la porte ni par aucune autre issue. Quand on détermine son écoulement au dehors, la fosse se remplit à mesure qu'on chasse le gaz, de sorte que celui-ci reprend bientôt son premier niveau. Alors la

sécrétion s'arrête, comme si l'air, saturé d'ammoniaque, ne pouvait en admettre davantage.

« Il n'y a aucun danger à se plonger la tête dans la couche d'ammoniaque, pourvu qu'on ne respire pas, sans quoi on risquerait d'être suffoqué. Il est bon également de se tenir les narines bouchées, car le contact du gaz sur la membrane pituitaire déterminerait une chaleur vive et de l'éternuement. »

Le docteur Constantin James vit, pendant qu'il était dans la grotte d'ammoniaque, un étranger qui venait s'y soigner les yeux. Il était atteint d'un engorgement chronique des paupières, avec injection de l'œil et affaiblissement de la vue, et il se trouvait très bien des applications d'ammoniaque : « Il s'inclinait le visage dans la couche d'ammoniaque, le nez et la bouche hermétiquement fermés. Au bout de sept à huit secondes il se redressait pour respirer ; après quoi il reprenait la même attitude. Cependant ses yeux se remplirent de larmes. Celles-ci commençèrent à tomber par gouttes, qui se succédèrent bientôt avec une telle abondance qu'on aurait dit des ruisseaux. Le clignement des paupières était devenu involontaire et très rapide. Après plusieurs immersions dans le gaz, il se lava les yeux avec de l'eau bien fraîche, mit des lunettes de verre bleu, et sortit de la grotte. »

On traite ainsi des amauroses, et l'on cite l'histoire d'aveugles qui ont retrouvé la vision par le fait seul de ces fumigations.

Le docteur Constantin James plaça un lapin au fond de la fosse. « Il se mit aussitôt à courir dans tous les sens, cherchant une issue pour fuir; puis il tomba

sur le côté, se grattant vivement le nez avec ses pattes de devant : respiration haletante, extrême anxiété. Il se relève à moitié, chancelle comme dans un état d'ivresse, retombe. Il pousse ces cris de détresse que nous savons être l'indice d'une mort prochaine, et reste étendu, l'œil ardent, la bouche entr'ouverte, le corps agité d'un tremblement rapide et convulsif. En moins d'une minute il était mort.

« Au moment où je retirai le lapin de la grotte, ses yeux étaient rouges, tuméfiés, presque sortis de l'orbite. La cornée avait perdu sa transparence ; une matière visqueuse collait les paupières et obstruait les narines. Nous n'avons point trouvé ces lésions au même degré dans la grotte du Chien, parce que l'acide carbonique n'a pas les propriétés caustiques de l'ammoniaque....

« Je fus curieux encore de voir comment se comporterait une grenouille au milieu de la couche d'ammoniaque. Elle y était à peine qu'elle se mit à faire des bonds avec une force et une agilité d'élan dont je ne l'aurais jamais crue capable. C'est que sa peau, mal protégée par un épiderme muqueux, était le siège de douloureux picotements. En une minute la grenouille mourut. La rapidité de la mort ne peut être attribuée seulement à l'action asphyxiante de l'ammoniaque sur l'appareil pulmonaire. Il est évident que le gaz, absorbé en même temps par toute la surface de la peau, circulait avec le sang, portant ses ravages dans tous les organes.... » Dans la Grotte du Chien, la grenouille met cinq minutes à mourir, et le lapin deux minutes. L'ammoniaque tue donc plus vite que l'acide carbonique.

Les personnes qui visitent la grotte éprouvent aussi quelque chose des effets du gaz : elles ressentent dans les membres inférieurs une chaleur pénétrante accompagnée de démangeaison et de cuisson vers la peau. Cependant le sol de la grotte est froid, et la température de l'air est à 25 degrés. Aussi, dans le pays, attribue-t-on à la grotte d'ammoniaque une grande vertu pour combattre les douleurs, l'engourdissement et la paralysie des membres. Le malade s'assied sur une chaise, au milieu de la grotte, et tient plongée dans la couche d'ammoniaque la partie atteinte. La peau s'échauffe et rougit graduellement au point d'offrir une teinte érythémateuse. On active le phénomène par des frictions énergiques, et alors la chaleur devient de plus en plus aiguë et profonde, comme si la peau était en contact avec une atmosphère brûlante. La bouche se sèche, les tempes battent, les oreilles tintent, on a des éblouissements. Il faut alors gagner l'air pur.

Voici comment l'auteur explique la présence de l'ammoniaque : « Non loin de la Grotte d'Ammoniaque se trouve la *Solfatara* (*forum Vulcani*, de Strabon), dont les communications souterraines s'étendent dans un vaste rayon où l'on rencontre à chaque pas des eaux thermales, des fumeroles et des émanations salines. Les crevasses du volcan fournissent, entre autres principes, des sels d'ammoniaque. Tout à côté de la grotte, vous avez les fameuses Étuves de Saint-Gervais, incrustées d'efflorescences ammoniacales. Ne devient-il pas dès lors très probable que le gaz de la grotte n'est lui-même autre chose qu'une sublimation volcanique ? »

On connaît des puits de gaz combustibles dans une foule de régions. A Châtillon (Haute-Saône) le sol laisse dégager en beaucoup d'endroits de l'hydrogène carboné que plusieurs habitants utilisent même pour l'éclairage. Dans la Drôme, un jet gazeux combustible débite environ 100 mètres cubes en vingt-quatre heures. Mais les sources de ce genre de beaucoup les plus intéressantes sont échelonnées en Italie, le long de la chaîne des Apennins, depuis Barigazzo et Sassuolo jusqu'à Pietramala et Porretta. En Valachie, dans le Caucase, dans l'Amérique du Nord, on connaît aussi de pareils dégagements. Les temples des Guèbres y trouvent, en Asie Mineure, la matière de leurs feux éternels.

Les Chinois ont des sources précieuses qu'ils utilisent depuis un temps immémorial. Des provinces Youn-Nan, Kouang-Si et Szu-Tchouan, situées à l'extrémité sud-ouest de l'empire, sur la limite du Thibet, à la province septentrionale de Schan-Si, on creuse le sol pour obtenir à la fois de l'eau pure, de l'eau salée et du gaz à brûler. Ce gaz donne une lumière rougeâtre, et répand souvent une odeur bitumineuse. On le conduit au loin, dans des tuyaux de bambou portatifs ou à demeure, et on s'en sert pour chauffer les maisons et éclairer les rues. Dans quelques cas rares, l'hydrogène carboné s'est trouvé épuisé ou l'émission en a été interrompue par des tremblements de terre. Ainsi, l'on sait qu'un célèbre *ho-taing* (source de feu) situé au sud-ouest de Khioung-Tscheou, dont le jet enflammé était accompagné de bruit, s'éteignit au treizième siècle, après avoir éclairé toute la contrée depuis le second siècle de notre ère.

CHAPITRE XIII

LES SOURCES TRÈS CHAUDES

La température des sources, extrêmement variée, donne souvent lieu à des illusions. Une même eau à température constante pourra paraître fraîche en été et chaude en hiver, fraîche le jour et chaude la nuit. Ces contrastes, si faciles à expliquer pour nous, paraissent avoir beaucoup intrigué les anciens, si l'on en juge par ce curieux passage de Lucrèce :

« On parle, dit-il, d'une fontaine qui est proche du temple de Jupiter Ammon ; elle fait l'admiration de tous les hommes, parce qu'elle est froide pendant le jour et que la nuit elle est chaude : on prétend que les ténèbres s'étant répandues sur la terre, et le soleil éclairant l'autre hémisphère, il passe sous cette fontaine et l'échauffe par ses rayons ; est-il rien qui soit si contraire à la raison ? Comment se peut-il faire que le soleil frappant à découvert la surface de ses eaux, il ne leur communique pas son ardeur, et qu'il puisse ensuite, nonobstant l'opacité de la terre, la pénétrer pour en bannir l'humidité, et y faire sentir ses brûlantes impressions, lui qui dans une maison fermée trouve un obstacle à ses feux.

« La cause de cet effet surprenant vient de ce que la terre qui environne la fontaine est beaucoup plus rare en cet endroit qu'en aucune autre part, et qu'enfermant quantité de semences de feu qui sont voisines de l'eau, la nuit n'a pas plus tôt répandu ses ombres humides que cette même terre se refroidit au-dessus de ses parties, se condense, et de même que si elle était pressée avec la main, elle jette dans l'eau ce qu'elle avait de semences de chaleur, de manière que si l'on y touche ou qu'on en boive, sa chaleur nous est sensible; mais dès l'instant que le soleil éclaire, il raréfie la terre tout de nouveau par l'impression de ses rayons, les principes du feu retournent à leur première situation, et la terre reprend ce qu'elle avait donné de chaleur à la fontaine: c'est ce qui fait sa froideur pendant l'éclat du jour.

« Il se trouve une autre fontaine, où vous n'avez pas plutôt plongé des étoupes, qu'elles jettent des flammes par leur prompte disposition à recevoir les impressions du feu qui y est caché; un flambeau s'y allume par la même raison; il éclaire de quelque côté que les vents le promènent sur l'eau; la raison est que la terre qui est au-dessous de cette fontaine envoie quantité de semences de feu, qui voulant se faire un passage pour s'évaporer en l'air, ne laissent pas néanmoins de suivre l'effet que nous voyons à l'égard du flambeau qu'elles allument, n'étant pas assez unies pour échauffer l'eau qu'elles traversent; d'ailleurs la force de l'eau qui jaillit du fond de la terre les contraint tout d'un coup à la retraite, et elles ne se rassemblent que sur sa surface, ainsi que ferait une

fontaine d'eau douce, qui parmi les flots salés de la mer, conserve sa pureté et sa douceur : cette merveille n'est point unique ; en plusieurs endroits la mer donne aux matelots cette charmante commodité d'apaiser leur soif parmi l'âcreté de ses ondes. »

C'est seulement à celles dont la température ne varie pas avec les circonstances extérieures qu'il faut réserver le nom de sources thermales.

Voici, pour la France seulement, quelques chiffres qui montreront dans quelles larges limites peuvent s'échelonner les températures des plus chaudes.

Chaudes-Aigues (Cantal)	81° C.
Ax (Ariège)	77 1/2
Amélie (Pyrénées-Orientales)	77
Olette (Pyrénées-Orientales)	75
Plombières (Vosges)	68
Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne)	68
Bourbonne (Haute-Marne)	65 1/2
Dax (Landes)	64
La Motte (Isère)	62
La Bourboule (Puy-de-Dôme)	60
Canaveilles (Pyrénées-Orientales)	60
Le Vernet (Pyrénées-Orientales)	58
Pietrapola (Corse)	58
Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire)	56
Guagno (Corse)	55
Carcanières (Ariège)	54
Saint-Sauveur (Hautes-Pyrénées)	53 1/2
Bourbon-l'Archambault (Allier)	53
Evaux (Creuse)	53
Cauterets (Hautes-Pyrénées)	52 1/2
Luxeuil (Haute-Saône)	52
Néris (Allier)	52
Péréchacq (Landes)	52
Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées)	51

Rennes-les-Bains (Aude)	51° C.
Lamalou-Bas (Hérault)	48
Balaruc (Hérault)	48
Aix-les-Bains (Savoie)	47
Digne (Basses-Alpes)	47

Le passage perpétuel des eaux chaudes met la terre dans des conditions très spéciales, et Lecoq cite un fait de l'influence des sources chaudes sur la végétation.

A Evaux (Creuse), où les travaux des Romains étaient comblés depuis longtemps, des eaux minérales chaudes, s'échappant du terrain primitif, s'écoulaient sous la terre végétale et entretenaient une température souterraine très élevée; la main, appliquée sur les rochers, percevait facilement cette sensation de chaleur. Des arbres, des noyers surtout, dont les racines descendaient jusqu'auprès des sources, acquéraient promptement un volume énorme et un feuillage tout à fait extraordinaire. Les légumes semés sur ce terrain devançaient la croissance de tous ceux des environs et n'attendaient pas le printemps pour se développer. Bref, en tout une fertilité extraordinaire, dont on ne reconnut la cause que quand des travaux de recherches firent déblayer les quelques mètres de terre qui cachaient les sources.

Il y aurait grand parti à tirer de ces phénomènes, ainsi que le prouve l'exemple de Chaudes-Aigues, petite ville du Cantal. En effet, sous le ciel rude de cette région, elle jouit d'une température singulièrement douce : non seulement ses maisons, mais ses rues sont chauffées jour et nuit. La neige fond dès qu'elle tombe, et l'on a toujours chaud aux pieds, en

quelque endroit que l'on stationne. Ce sont des sources thermales qui mettent Chaudes-Aigues dans de si heureuses conditions : elles représentent pour elle la richesse d'une forêt de 540 hectares, car la quantité de chaleur qu'elles produisent chaque jour équivaut à la combustion d'environ 5000 kilogrammes de charbon de bois, ou de 12 000 kilogrammes de bois ordinaire. Chaque ménage a sa part de chaleur. Des conduits en bois apportent aux maisons l'eau qui circule sous les planchers, l'hiver, bien entendu, car l'été on laisse tiédir en pure perte le ruisseau de Remontalou. Plusieurs sources jaillissent dans le lit même de ce ruisseau, qui coule au fond d'une vallée sauvage, les autres s'y rendent et la température, du cours d'eau en est sensiblement augmentée. Si l'on y plonge la main, on trouve d'abord une eau assez fraîche; mais si l'on va plus au fond, on sent la température augmenter et enfin l'on rencontre un sol brûlant.

Les bains sont faciles à prendre à Chaudes-Aigues. Tous les habitants en usent-ils? Ils apprécient peut-être davantage les autres services que leur rendent les eaux. Ils y lavent leur linge. Le foulage des draps, le désuintage de la laine, l'épilage des porcs ne coûtent que le travail de l'ouvrier. Enfin, c'est plaisir d'y faire cuire et éclore des œufs. La température des sources varie en effet de 88 à 72 degrés. La source du *Par*, qui est à 88 degrés, et dont la vapeur est si chaude qu'on ne peut en approcher la main, sort pourtant des fentes d'une roche toutes tapissées d'une mousse magnifique, et d'une algue, la *Tremella reticula*, qui croît même à l'intérieur des griffons.

Avec leur faible minéralisation, 183 centigrammes de bicarbonate de soude et 13 centigrammes de chlorure de sodium, les sources de Chaudes-Aigues seraient très bienfaisantes pour certains malades, des rhumatisants surtout, et pourtant elles n'ont pas encore donné lieu à des établissements balnéaires suffisants. La chose est étonnante; car on pourrait créer dans cette vallée sauvage du Remontalou, un véritable paradis terrestre, et il y a déjà longtemps que Lecoq en a fait la remarque : « Toute espèce de primeurs s'obtiendrait avec une extrême facilité; on pourrait créer de vastes serres où, grâce à des conduites d'eau, les plantes des régions équinoxiales se développeraient en pleine terre et rappelleraient ces temps reculés où la végétation des tropiques couvrait l'Auvergne de ces vastes forêts qu'habitaient alors des animaux singuliers dont l'existence précéda l'apparition des hommes.

« Cette terre, où régnerait constamment une douce température et une humidité dont on pourrait à volonté modérer l'intensité, servirait de promenade pendant les mauvais temps, procurerait de la distraction aux malades et contribuerait sous tous les rapports à l'agrément et à l'utilité des bains de Chaudes-Aigues. »

Les hommes sont pauvres, et combien de trésors ils laissent perdre, même en pleine civilisation!

Le sol de la ville d'Ax, dans l'Ariège, repose sur une nappe d'eau minérale; les vapeurs s'échappant par toutes les fissures, imprègnent l'air d'une odeur sulfureuse. L'abondance, la variété, la température des

eaux, qui atteignent jusqu'à 75 degrés, y sont vraiment remarquables; on ne compte pas moins d'une quarantaine de sources sulfureuses à divers degrés et formant une véritable série thermale. L'eau chaude est à la discrétion des habitants; elle sert à tous les usages domestiques; on en pétrit le pain, on en fait la lessive[1].

Les Étuves de Néron, nommées du temps des Romains *Posidianæ*, du nom d'un affranchi de Claude, sont situées à peu de distance de Pouzzoles. On y prenait des bains de vapeur. La vapeur, humide et brûlante, s'échappe d'une source très chaude, située dans les profondeurs de la montagne de Baïes. Nous allons suivre un voyageur, le docteur Constantin James, dans le pénible voyage qu'il entreprit dans ce milieu torride.

« L'intérieur de la grotte est divisé en quatre salles disposées les unes à la suite des autres. La lumière y pénètre par des ouvertures qui font face à la mer. Dans chaque salle sont plusieurs tables de lave, creusées de manière à recevoir des matelas sur lesquels on vient s'étendre pour respirer un air plus frais à la sortie du bain. Autrefois, des statues circulairement rangées, indiquaient le nom des maladies que ces étuves étaient réputées guérir. Nous ne vîmes plus que des niches vides et dégradées.

« Nous quittons, le gardien et moi, nos vêtements, et, après avoir pris, lui sa torche, moi mon thermomètre, nous pénétrons dans le conduit.

« La hauteur du couloir est de 2 mètres, sa lar-

1. *Annuaire des eaux de la France*, tome I.

geur de 1 mètre environ. Aussi la chaleur paraît-elle étouffante ou supportable, suivant qu'on élève la tête ou qu'on la tient baissée. La différence est due à cette cause toute physique, que la couche la moins échauffée étant la plus lourde, doit nécessairement occuper la partie inférieure.

« Nous faisons quelques pas. Le couloir change brusquement de direction, puis il décrit des sinuosités. Je marchais accroupi, la tête courbée le plus possible, tandis que le gardien, vu sa petite taille et surtout ses habitudes d'incombustibilité, dédaignait ces précautions. Après avoir parcouru 40 mètres, nous arrivons à un point où le chemin se coude à angle presque droit. Les personnes qui vont prendre leur bain de vapeur, et elles sont aujourd'hui très peu nombreuses, pénètrent rarement jusque-là. Elles s'arrêtent dès les premiers pas dans le couloir.

« Le thermomètre marque 43 degrés en haut et 37 en bas. Déjà je me sens fort incommodé de la chaleur. Mon pouls s'est élevé de 70 pulsations à 90.

« Après une halte de quelques instants, nous avançons. La température augmente; le couloir se rétrécit, et au lieu du plan légèrement incliné que nous avions suivi, il n'offre plus qu'une pente très rapide. Le gardien lui-même marche avec une extrême difficulté. Je continue de le suivre; mais bientôt, afin de me maintenir la tête plus élevée, et d'empêcher le sang de s'y porter par son poids, je m'agenouille; puis, me retenant par les pieds et par les mains aux aspérités d'un terrain humide, je me laisse péniblement glisser à reculons. Mes artères temporales battent avec force.

Vue de Laugarvatn.

Ma respiration est plaintive, courte, saccadée, haletante. Mon corps ruisselle. 120 pulsations. A chaque instant je m'arrête épuisé...

« Le courant supérieur indique 48 degrés ; l'inférieur 45. Nous sommes enveloppés d'une vapeur telle, que la flamme de la torche, d'où s'exhale une fumée fétide, n'apparaît que comme un point brillant au milieu d'un anneau lumineux.

« Nous descendons toujours. L'atmosphère est de plus en plus étouffante. Il me semble que ma tête va se briser, et qu'autour de moi tout projette un éclat phosphorescent. J'ai à peine la conscience de mes sensations.

« Cependant le terrain se redresse. Un léger bouillonnement indique que nous sommes près de la source. La voici. Mais la vapeur est si épaisse, qu'il faut que le gardien promène sa torche au-dessus des objets pour les éclairer.

« Je me traîne vers la source, tenant mon thermomètre à la main; mais j'avoue qu'à ce moment les forces me manquèrent. Le mercure indiquait 50 degrés, sans différence entre les couches supérieures et les couches inférieures. Mon pouls battait tellement vite, que je ne pouvais plus en compter les pulsations. Il me sembla que si je venais à me baisser, j'allais probablement tomber asphyxié. Ce fut donc le gardien qui plongea mon thermomètre dans la source. La température de l'eau est de 85 degrés. »

Quand le voyageur se retrouva dehors, au contact de l'air frais, il éprouva un saisissement voisin de la syncope. « J'y voyais à peine et chancelais comme un

homme ivre. Mon front violacé, mes cheveux collés par la vapeur, mes bras, mes jambes, mon visage et toute la partie antérieure du tronc salis par une poussière humide et noire, me donnaient un aspect effrayant. J'avais 150 pulsations. »

C'était l'humidité de la vapeur qui la rendait si difficile à supporter. Le même observateur avait été infiniment moins incommodé à Testaccio, dans une vapeur sèche à 80 degrés. On a cité des personnes qui pouvaient rester dans un milieu sec, ayant une température supérieure au degré d'ébullition de l'eau. Dans une étuve humide, on a peine à supporter une chaleur de plus de 45 degrés.

A l'autre bout de l'Europe, en Islande, à une journée environ des grands Geysers, se trouve le Laugarvatn, dont les eaux servirent au baptême des premiers chrétiens islandais. Ce lac reçoit tant d'eau bouillante des sources qui jaillissent sur ses bords, qu'il fume à plus de soixante brasses au large[1].

En Asie, la région où la Djamma prend ses sources est un des pays sacrés de la mythologie hindoue. C'est du groupe du Djamnotri, dans les monts Himalaya proprement dits, que jaillissent les hauts torrents de la rivière sainte. A une faible distance en aval des sources, à 2984 mètres d'altitude, s'élancent des eaux thermales, rendez-vous des pèlerins. Dans le petit lac formé par les sources chaudes de la Djamma, dit la légende, le dieu-singe Hanouman éteignit un jour sa queue en

1. *Tour du monde*, 1868, 2e semestre. *Voyage dans l'intérieur de l'Islande*, par M. Noël Nougaret.

feu ; depuis ce temps l'eau est resté brûlante : telle est l'origine de la montagne Banderpountch, qui signifie « Queue du singe. » Les fontaines thermales de Djamnotri sont les plus chaudes de tout l'Himalaya : leur température est de 89 degrés centigrade, moins de 2 degrés au-dessous du point d'ébullition à cette altitude.

Les monts du Thibet méridional sont réunis à ceux de Kouenlun (la grande chaîne qui limite au nord le Thibet) par des chaînes intermédiaires, parallèles, orientées du sud-ouest au nord-est, et dont la plus méridionale est le Tantla. C'est aussi la plus élevée : les autres semblent lui servir de degrés. A sa base méridionale jaillissent de nombreuses sources thermales, bouillonnant dans leurs vasques de rochers et s'unissant en un large ruisseau qui coule sur un lit de cailloux jaunes comme l'or. Des vapeurs épaisses s'élèvent continuellement des sources et se condensent en nuages bleuâtres qu'entraîne le vent. Dans quelques réservoirs, la vapeur enfermée s'élance parfois en jet, entraînant avec elle une énorme gerbe d'eau[1].

La région septentrionale de l'Afrique se signale par l'abondance des sources thermales parfois très chaudes. Nous aurons par exemple l'occasion de revenir sur celle de Hammam-Meskoutine, dans le département de Constantine. La Tunisie et l'Algérie sont couvertes des ruines des thermes antiques, romains pour la plupart[2].

1. Élisée Reclus. *Asie orientale.*
2. Guyon. *Étude sur les eaux thermales de la Tunisie.*

Au bas du château d'eau, après le mélange de la rivière froide et des sources, il y a un bassin naturel, dont l'eau est chaude, et au fond duquel beaucoup de poissons se promènent. Ce bassin présente comme deux couches d'eau de températures très différentes, l'une, celle où sont les poissons, a 40 degrés, et l'autre, 56 degrés. Les poissons, des barbeaux, produisent sur la main une sensation de chaleur. Leur chair est molle et fade[1]. Pour les faire cuire, l'eau bouillante, ou peu s'en faut, n'est pas loin.

La chaleur des sources exerce une heureuse influence sur la végétation. Les Lauriers-roses se développent admirablement, et présentent une floraison hâtive au bord d'une eau qui a 48 degrés de chaleur. Des Dattiers pleins de vigueur poussent au bord du courant, là où le thermomètre indique 45 degrés.

Le sol du Kamtchatka est volcanique et fréquemment ébranlé par les feux souterrains. Une relation récente y signale, dans la vallée de Malka, des sources thermales abondantes dont la composition n'est pas indiquée, mais qui paraissent avoir été captées, et près desquelles s'élève un établissement hospitalier.

Les sources d'Arigino, au Japon, marquent plus de 100 degrés et s'échappent en partie en vapeurs.

La région des États-Unis où coulent les rivières Yellowstone et Firehole, et qui, à cause de ses merveilles naturelles, a d'abord été appelée le Jardin des Dieux, puis le Parc national, a été très vraisemblablement, pendant la période pliocène, le théâtre d'une activité

1. Tripier.

volcanique considérable. Cette activité, fort ralentie, se manifeste actuellement par des sources chaudes et par des geysers, les plus étonnants que nous connaissions.

Le lac Yellowstone situé à une altitude de 7427 pieds, a environ 22 milles de long et 10 à 15 milles de large. Sa plus grande profondeur paraît être de 300 pieds environ. Il est alimenté par les neiges des montagnes voisines, et bien qu'il reçoive aussi des eaux chaudes, sa température, dans toutes les saisons, est à peu près celle de l'eau de source froide.

Certaines des sources du lac Yellowstone sont ce que l'on peut appeler des sources à pulsations : dans un état permanent de violente ébullition, elles s'élèvent, retombent toutes les secondes ou toutes les deux secondes, et à chaque pulsation elles rejettent une faible quantité d'eau. Elles forment un petit cratère en entonnoir dont le rebord circulaire a un diamètre variable de quelques pouces à plusieurs pieds de diamètre.

A *Steamboat-Point* sur la rive nord-est du lac, il y a deux fissures qui rendent un bruit intermittent comme celui d'une machine à haute pression sur un bateau à vapeur. A chaque pulsation, des colonnes de vapeur sont lancées à une hauteur de 100 pieds et plus. Le sol, crevassé sur des centaines de points, est sillonné par des eaux bouillantes.

Le *Sulphur Mountain*, un coteau dont le sommet s'élève à 600 pieds au-dessus du lac, laisse par beaucoup d'orifices revêtus d'une couche brillante de soufre, s'échapper de la vapeur : ce sont les restes d'un grand groupe de sources.

Dans l'état d'Arkansas, une soixantaine de sources sont rassemblées le long de la rive gauche d'une petite rivière nommée Hot-Spring-Creek (le ruisseau des sources chaudes). Elles fournissent ensemble, par minute plus de 1000 litres d'eau, dont la température varie de 52 à 60 degrés. Aussi le ruisseau, dont la température naturelle est de 8 degrés, acquiert-il 18 degrés après sa jonction avec le produit des sources. Là, comme dans plusieurs autres localités, des sources froides sortent très près des sources chaudes. Un insecte aquatique vit dans l'eau la plus chaude.

Il existe dans la Dominique, une des Petites-Antilles, un lac toujours en ébullition. M. Palgrane, qui a visité ce lac pendant l'été de 1876, a donné de ce phénomène une description détaillée dans le *Macmillan's Magazine*. Il entreprit son excursion sous la conduite du docteur Nicholls, l'un des auteurs de la découverte du lac d'eau bouillante.

On part de Roseau, ville principale de la Dominique. On va de là à cheval dans un hameau élevé de 1500 pieds au-dessus du niveau de la mer. A partir de ce point, il faut aller à pied, tantôt à travers de magnifiques forêts tropicales, tantôt au milieu de buissons épineux enchevêtrés les uns dans les autres, tantôt en escaladant un sol rocailleux et glissant.

Après avoir franchi un interminable labyrinthe d'arbustes, l'explorateur se trouve subitement tout au bord d'un précipice à pic. Un pas de plus il tomberait dans la Grande-Soufrière, à plusieurs centaines de pieds de profondeur. La Grande-Soufrière est un cratère à demi éteint, recouvert de cendres sillonnées par

d'innombrables filets d'eaux vives, blanches, noires et rouges.

Le lac bouillant se trouve au nord-est du cratère, et il faut grimper pendant une heure environ pour y parvenir. Sa vue est à la fois étrange et effrayante.

Entouré de falaises presque verticales de cendres et de pierre ponce, dont la hauteur varie de 60 à 100 pieds, il présente une surface approximative de 200 mètres de long sur 100 de large. Il a l'apparence d'un gigantesque chaudron recouvert de vapeur à travers laquelle, quand la brise de la montagne la dérange, on aperçoit une masse confuse de vagues qui s'entrechoquent et courent furieusement dans tous les dans tous les sens, avec de véritables mugissements.

A 6 pieds du bord, la profondeur est de 50 à 60 pieds; l'altitude est un peu plus de 2400 pieds au-dessus de la mer. Le lac est alimenté par le bas, et la température de ses eaux est de 92 degrés centigrades au bord extrême du lac, de près de 104 degrés centigrades un peu plus loin. L'accès du lac n'est possible que d'un côté, les falaises étant partout ailleurs absolument à pic.

A la Guadeloupe une fontaine bouillante jaillit sur la grève.

M. Domeyko a cité dans ses Mémoires sur le Chili des sources minérales au nombre de quatre « sortant les unes à côté des autres dans un espace de 12 à 15 mètres de longueur, et dont quelques-unes marquent plus de 30 degrés de différence dans leur température, quoique les ouvertures d'où elles sortent se trou-

vent à la distance de 2 à 3 pieds l'une de l'autre[1]. »

Lorsqu'on se dirige du promontoire de Paria (Amérique du Sud) vers l'ouest, par Irapa, Aguas Calientes, le golfe de Cariaco, le Bergantin et les vallées d'Aragua, jusqu'aux montagnes neigeuses de Mérida, on trouve sur plus de 150 lieues de longueur une bande continue d'eaux thermales[2].

Au mexique, Humboldt a observé la source des *aguas de Comangillas*, à 96°,4. Elle sort d'une montagne formée de basalte et de brêches basaltiques, près de Chimiquillo, non loin des riches mines d'argent de Guanaxato. Peu au-dessus de cette source si chaude, la neige tombe du mois de décembre au mois d'avril, et les indigènes font de la glace toute l'année par l'effet du rayonnement, dans des bassins préparés pour cet usage.

D'après le même voyageur, les *aguas calientes de las Trincheras* jaillissent sur le versant septentrional de la chaîne côtière de Vénézuéla, dans les *valles de Aragua*, à Portocabello, d'un granit stratifié qui ne passe pas au gneiss. Humboldt trouva cette source dans le mois de février 1800, à 90°,3, tandis que les *baños de Mariara*, situés aussi dans les *valles* de *Aragua*, mais au milieu du gneiss, marquaient 59°,3. Vingt-trois ans plus tard, également au mois de février, MM. Boussingault et Rivero ont noté dans les *baños de Mariara*, 64°,0, et dans les *Trincheras de Portocabello*, à une faible hauteur au-dessus de la mer des

1. *Annales des mines*, 4e série, tome IX.
2. Humboldt. *Voyage aux régions équinoxiales*, tome III.

Sources chaudes aux Célèbes.

Antilles, 92°,2 dans l'un des deux bassins, 97°,0 dans l'autre. La température de ces sources avait donc monté, dans l'intervalle des deux voyages, à Mariara de 4°,7, à las Trincheras de 6°,7. C'est que dans cet intervalle avait eu lieu le tremblement de terre qui avait bouleversé la ville de Caracas : le mouvement avait sans doute ouvert des canaux plus profonds, amenant les eaux de plus bas. Les eaux thermales de *las Trincheras*, qui sourdent d'une formation granitique, sont presques pures. Après plusieurs cascades très pittoresques et entourées d'une végétation luxuriante, elles forment le *rio de Aguas Calientes*, rempli de crocodiles qui y sont attirés par la chaleur très forte encore, quoique sensiblement diminuée[1].

« Je visitai les sources thermales de Tondano, dans les Célèbes, et les volcans de boue si curieux qu'on trouve dans les environs. Un sentier pittoresque tracé parmi les plantations et les ravins me conduisit à un admirable bassin circulaire, d'à peu près 40 pieds de diamètre, entouré d'une margelle naturelle d'une courbure si parfaite qu'elle semble plutôt une œuvre d'art. Des nuées de vapeurs sulfureuses planent sur sa surface; l'eau pure et presque bouillante dont il est empli déborde par-dessus la vasque et forme un petit ruisseau, encore trop chaud à une centaine de mètres, pour qu'on y puisse tenir la main. Un peu plus loin, dans un bois au milieu des broussailles, deux autres sources, à contours plus irréguliers, jaillissent à gros bouillons et par intervalles de quelques minutes,

dégagent de la vapeur et des gaz qui lancent dans les airs des gerbes cristallines de 3 ou 4 pieds de hauteur[1]. »

A la pointe Savu-Savu des îles Fidji dans l'Océanie orientale, on trouve un grand nombre de sources thermales dont la température varie de 108 à 113 degrés centigrades. Elles occupent un bassin de 13 à 14 mètres de diamètre, entre une colline et la baie. Le sol qui les entoure est un limon noir. Les eaux ont une faible odeur de soufre et une saveur salée. Toute la plage est couverte de vapeur d'eau chaude qui se fait jour au travers du sable et du gravier. Cinq sources, situées à 3 mètres au-dessus de la haute mer, se réunissent dans un bassin commun. Près de ce dernier coule un ruisseau d'eau froide, de manière que l'on peut plonger en même temps l'une des mains dans une eau à 24°, et l'autre dans l'eau des sources qui atteint 98°. L'eau des sources s'élève à $0^m,50$ au-dessus du niveau du bassin, en jets d'un diamètre de $0^m,65$.

1. Alfred Russell Wallace, *l'Archipel malaisien*. — *Tour du monde*, tome XXIV, p. 248 — 1872.

CHAPITRE XIV

LES SOURCES TRÈS FROIDES

Le val de Travers, en Suisse, où passe le chemin de fer de Pontarlier à Neuchâtel, est un des plus beaux endroits du Jura : il est d'ailleurs aussi intéressant au point de vue géologique qu'au point de vue pittoresque. Parmi les montagnes qui l'enserrent, le Creux du Vent circonscrit une vaste cavité creusée au sommet de la grande voûte jurassique. Le botaniste y recueille des plantes qu'on ne trouve que là, car elles ont été, comme le dit M. Desor, exilées des Alpes, sans doute à la suite d'une révolution climatérique. Le géologue y remarque une source singulière qu'on appelle la *Fontaine Froide*, à cause de sa température extrêmement basse. Elle sort du flanc de la montagne dans un site très sauvage, d'où les ours n'ont disparu que depuis un siècle ; elle ne tarit jamais et sa limpidité est admirable. Les grands bois que la montagne aux parois verticales ferme d'un mur infranchissable, peu riches en oiseaux, ont du moins la voix de la source pour rassurer le voyageur attristé par trop de silence. Le val de Travers est le pays de l'absinthe : les Suisses qui viennent ramasser plantes et minéraux

dans le Creux du Vent ont soin, dit-on, d'emporter un flacon de la verte liqueur pour en aromatiser l'eau de la fontaine qui remplit alors le rôle de carafe frappée. Elle n'a guère en effet au thermomètre que 4 degrés et une fraction.

Il est plus facile d'expliquer la thermalité de sources que leur basse température. M. Desor, pourtant, rend un compte très vraisemblable de ce qui se passe au Creux du Vent[1]. Ce vaste cirque, grâce à son orientation et à la hauteur de son parapet, dont le sommet (le Solliat) est à 1465 mètres, est largement abrité contre les rayons du soleil. « La zone du talus en particulier en est à peu près complètement privée sur une partie notable de son étendue. La neige a, par conséquent, toute chance de s'y conserver longtemps. Dans ces conditions, le sol du talus ne saurait être un calorifère bien efficace. L'eau, résultant de la fonte des neiges, naturellement froide (à 0 degré), ne trouvera pas l'occasion de se réchauffer notablement dans ces dépôts superficiels; elle s'y maintiendra par conséquent à une température relativement basse. Il est vrai que les pluies chaudes de l'été pourront contrebalancer ces causes de froid. C'est aussi probablement ce qu'elles font dans une certaine mesure. Mais elles ne doivent pas tarder à se refroidir à leur tour au contact de ces masses désagrégées, dans lesquelles circulent d'ailleurs des courants d'air froid dont il n'est pas difficile de constater la présence quand on escalade le talus.

1. Lettre à M. le docteur Guillaume.

« Enfin, comme la Fontaine froide est intarissable et d'une constance remarquable, il faut qu'il existe quelque part dans l'intérieur du talus, probablement au contact de la marne oxfordienne, des cavités remplies d'eau ou des amas de matériaux meubles, qui, en faisant l'office de magasins d'eau, agissent comme régulateurs et entretiennent ainsi le débit, soit au milieu de l'hiver, alors que la fonte de la neige est interrompue, soit au cœur des grandes sécheresses.

« C'est ainsi que, selon nous, la Fontaine froide se trouve intimement liée à la présence des éboulis. »

L'eau des sources peut être, non seulement beaucoup plus froide que l'air extérieur, mais encore gelée au cœur même de l'été, quoique à une altitude peu considérable. Par exemple, la glacière de la Beaune, près de Besançon, est connue depuis longtemps. En 1727, le duc de Lévi fit enlever par un très grand nombre de chariots, qui y venaient journellement, toute la glace qui s'y trouvait. En 1743, dans la grotte abondamment repourvue, un plancher de glace recouvrait tout le sol et des stalactites, également de glace, s'abaissaient des parois et des voûtes.

La glacière de *Saint-Georges* (Jura suisse) a été étudiée par le professeur Thury[1], dont les observations ont jeté du jour sur ce singulier phénomène naturel.

Située à 1208 mètres d'altitude, cette grotte s'ouvre par deux trous de forme ovale dans un bois de sapins. On y descend au moyen de quatre échelles

1. *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève.* Nouvelle série, tome X, n° 38.

successives. C'est une vaste salle de 33 mètres de longueur sur $9^{m},5$ de largeur moyenne, et dont la hauteur est de 15 à 18 mètres. Elle est remplie de neige et de glace. La neige, tombée pendant l'hiver par les ouvertures, forme une sorte de grande stalagmite qui s'élève du sol, s'appuyant contre la paroi rocheuse et montant jusque vers les trous. Quant à la glace, qui forme le sol tout entier, elle a une épaisseur qui n'est pas connue ; elle est compacte et bulleuse. Pendant la visite que M. Thury fit en été (5 août) il observa qu'il n'arrivait que très peu d'eau dans la glacière. Dans quelques endroits, le rocher semblait mouillé, et de moment en moment de grosses gouttes tombaient de la voûte. Mais le sol de glace était évidemment en fusion à sa surface, et quelques centimètres d'eau le recouvraient dans toutes ses parties basses. La neige des stalagmites était assez dure. Le thermomètre attestait la réalité du dégel et marquait + 1 degré centigrade dans la grotte, à quelques décimètres au-dessus du sol ; tandis que dans le bois, au même moment, le thermomètre à l'ombre indiquait + 16 degrés. Dans le village de Gimel, il y avait 27 degrés.

Les observateurs retournèrent dans la glacière au mois de janvier, le soir. A un certain moment, ils constatèrent qu'une véritable cataracte d'air se précipitait dans la caverne. Le lendemain matin, ils revinrent : l'atmosphère était immobile. Ils trouvèrent moins de glace que lors de leur visite d'été ; mais elle était très sèche et présentait l'aspect du verre ; il n'y avait point d'eau. Le thermomètre donna pour la nuit

un minimum de — 5°,31. D'un grand nombre d'observations thermométriques, M. Thury conclut que pendant le jour la température de la grotte n'est point constante dans la saison chaude, mais qu'elle augmente régulièrement. La température de la grotte s'abaisse rapidement entre 7 et 8 heures du soir, au moment de la chute de l'air extérieur, et la caverne continue à se refroidir pendant la nuit.

Depuis longtemps, les montagnards avaient remarqué qu'il ne se forme pas de glace pendant l'hiver, dans la caverne : il y a bien dans celle-ci le froid nécessaire, mais l'eau n'y arrive pas. C'est au printemps, quand les neiges fondent, que la glace se forme. Alors de l'eau à 0 degré ruisselle à la surface et pénètre par les fissures du rocher et, par les grandes ouvertures, dans l'intérieur de la caverne refroidie qui reçoit encore l'air glacé des nuits. La grotte fait alors sa provision annuelle de glace qui diminue, mais sans s'épuiser, pendant la saison chaude.

Voici, en effet, comment M. Thury trouva la grotte le 2 avril : partout de l'eau, tombant en minces filets du pourtour des grandes ouvertures, glissant le long du plan incliné, mouillant les voûtes et s'en détachant en gouttes précipitées. Dans le fond de la grotte, deux fontaines dont l'une donnait 800 litres par heure. L'air de la grotte, presque saturé de vapeur d'eau, se condensait partout sur la glace qu'elle ternissait, et dans quelques endroits se déposait sous forme de givre.

Le grand plancher était recouvert de 5 à 8 centimètres d'eau à demi congelée. Des stalactites pen-

daient autour des ouvertures, plus nombreuses et plus grandes qu'en hiver.

A 6160 mètres au nord-est de la glacière de Saint-Georges, il en est une autre, la glacière du *Pré de Saint-Livres*, située à une altitude de 1369 mètres.

Citons encore : la glacière du Schafloch (*Trou aux moutons*), à une altitude de 1780 mètres, à 4500 mètres de distance horizontale du village de Merligen (bords du lac de Thun), dans la direction de Zurich; la glacière de *Vergy* dans la vallée du Reposoir, à une altitude de 2078 mètres, et à 9600 mètres de distance horizontale de Cluses; la glacière du *Parmelan*, près d'Annecy, dont on exploite la glace pour Lyon; la glacière de *Fondeurle*, en Dauphiné, à 3 lieues au nord de Die, etc.

Dans les déserts du Turkestan où la température d'été, à l'ombre de la tente, est de 36 degrés, on rencontre parfois des sources extrêmement froides produites par le suintement des eaux de neige et de pluie. Même « on a découvert en diverses parties de la steppe, des couches de glace que le vent avait recouvertes de poussière, et qui s'étaient maintenues pendant des années, malgré les chaleurs de l'été[1]. »

1. Élisée Reclus, *Asie russe*.

CHAPITRE XV

LES GEYSERS

Caractérisés par le jaillissement intermittent des volumineuses colonnes d'eau poussées verticalement par de la vapeur très chaude, les geysers se rencontrent dans plusieurs contrées du globe, d'ailleurs tout à fait indépendantes et fort distinctes les unes des autres.

La région des geysers d'Islande s'annonce par d'épaisses vapeurs, par des grondements sourds. Sous le sol siliceux, l'eau bout sans cesse, s'élançant, par intervalles, en jets souvent très hauts, d'une multitude de trous plus ou moins grands.

La plupart des geysers sont situés dans une plaine longue de 6 kilomètres et large de 2, bornée par une chaîne de montagnes ; le Barnar-Fell qui fait partie d'un contrefort de l'Hécla courant est-ouest. Trois sont surtout célèbres : le *Grand Geyser*, le *Vieux Geyser* et le *Strockur*.

Le *Grand Geyser* s'élance d'un monticule conique dont la base a environ 80 mètres de circonférence et qui est terminé au sommet par un bassin ayant 15 à 16 mètres de diamètre et 3 de profondeur. L'eau qui remplit ce bassin, constamment en ébullition, contient

en dissolution de la silice, dont les dépôts forment, sur les parois du cône, des concrétions très délicates, et d'une très grande dureté. Un canal que, dans les moments de repos, on aperçoit distinctement, présente à son orifice dans le bassin, 4 à 5 mètres de diamètre, s'enfonce verticalement et paraît se rétrécir de plus en plus dans la profondeur.

Des bruits souterrains annoncent les éruptions, et des bulles volumineuses se produisent dans le liquide, qui se soulève à la hauteur de quelques pieds, et s'échappe du bassin. Ce phénomène ne dure guère qu'une minute, mais l'éruption geysérienne est souvent plus violente. Elle est alors annoncée par un tremblement du sol environnant. Une masse liquide s'élève à une grande hauteur, puis retombe dans le gouffre, à la manière d'un gigantesque jet d'eau; elle est suivie d'une autre gerbe plus impétueuse et plus élevée, puis d'une troisième, jusqu'à ce que la crise diminue de violence. Les jets montent jusqu'à 30, 40, 50, 70 mètres. L'eau que le Grand Geyser laisse échapper de son bassin, disparaît promptement. Ses éruptions tendent à diminuer. Autrefois il jaillissait toutes les 24 heures; aujourd'hui il reste souvent plus d'une semaine sans lancer sa gerbe[1].

Le *Vieux Geyser*, qu'un voyageur, en 1789, appelait le Geyser hurleur, à cause des grondements et des rugissements qu'il faisait entendre, est à une quarantaine de pieds du précédent. C'était autrefois la source la plus violente de l'île; mais à la suite d'un éboule-

1. Paul de Sède. *La Nature*, 1885, 1er semestre.

La plaine des Geysers.

ment qui a mis à découvert les canaux qui l'alimentaient il s'est singulièrement calmé ; il n'est plus même, à vrai dire, un véritable geyser, mais ce que les Islandais appellent un *hvër* (chaudière), c'est-à-dire une source qui dégage des vapeurs en abondance, mais dont l'eau reste toujours au même niveau. Le *Vieux Geyser* se compose de deux bassins ovales dont le plus grand a 5 mètres d'ouverture ; leurs parois sont d'une blancheur éclatante ; elles laissent échapper par une échancrure, un mince filet d'eau.

Strockr ou *Strockur* (baratte) tel est le nom que les Islandais ont donné à la plus merveilleuse de leurs sources. Cette importance lui a été donnée par le tremblement de terre de 1789, car avant cette époque c'était un geyser peu considérable.

L'eau s'échappe directement du canal souterrain, un véritable puits, large de $1^{m},50$ à 2 mètres, qui a une margelle peu élevée formée par des concrétions siliceuses. C'est sans doute au peu d'ancienneté du geyser qu'il faut attribuer l'absence de bassin. Dans le canal l'eau bout avec un bruit terrible, en projetant une écume jaunâtre, car elle est limoneuse. Quelquefois elle s'abaisse assez pour qu'on puisse voir dans l'intérieur du puits jusqu'à une profondeur d'une dizaine de mètres : il va toujours se retrécissant et oblique vers le nord.

Le *Strockur* présente ce caractère particulier de répondre aux provocations des observateurs qui, en lui jetant des pierres ou des masses de terre, en obtiennent des éruptions. Les choses se passent alors d'une façon singulière : le tumulte s'apaise peu à peu, le si-

lence se fait presque complètement : on ne perçoit plus que les faibles secousses et les bruits métalliques d'un liquide qui commence à bouillir; mais ce *diminuendo* ne dure pas, et le geyser commence un *crescendo* qui, au bout de quelques minutes, se termine, en manière de point d'orgue, par la sortie d'un premier jet haut de 7 à 8 pieds, et d'un diamètre égal à celui du puits. L'éruption est commencée; les gerbes se succèdent sans interruption, l'une sortant souvent avant que l'autre soit retombée; les plus élevées allant jusqu'à 30 et 40 mètres. C'est le rétrécissement de sa cheminée, qu'on oblitère facilement, qui permet d'obtenir ces éruptions.

Toute l'eau sortie du *Strockur* y retombe; pas une éclaboussure ne s'égare au delà de 2 à 3 mètres; cette régularité est fort commode à l'explorateur. Le *Strockur* n'est perfide que quand il est au repos, parce qu'on ne le voit pas. Des animaux y tombent quelquefois, et leur corps en lambeaux est rejeté au bout de de quelques instants.

Quand les touristes ne l'importunent pas, le *Strockur* a des éruptions spontanées, et des plus imposantes. Ohlsen l'a vu lancer de l'eau bouillante pendant deux heures consécutives jusqu'à une hauteur de 150 pieds; et Henderson rapporte qu'il a été témoin d'un spasme de trois quarts d'heure pendant lequel les jets atteignirent 200 pieds de haut.

En pleine Asie, dans une région traversée par l'un des affluents du Tsangbo, le Namling, né du Khalamba la, dans le voisinage de Tengri nor, s'élancent à une hauteur de 18 mètres deux geysers d'eau sulfureuse.

Les sources du Mammouth.

Sauf pendant l'été, l'eau qui retombe se gèle autour de l'orifice en une margelle de cristal hérissée de hautes stalagmites[1].

C'est dans le grand bassin du Firehole que se trouvent les geysers les plus puissants des États-Unis, et peut-être du monde. La vallée entière, formant une surface de 3 milles de large, est couverte d'une croûte de silice blanche comme la neige. De fort loin, on aperçoit des colonnes de vapeur indiquant les groupes les plus importants.

Les geysers sont répartis en deux bassins. Les premiers ou geysers inférieurs occupent une surface de 5 milles de longueur. Ce ne sont pas des sources de premier rang; mais ils n'en sont pas moins fort intéressants. Il y en a environ un millier, à différents états d'activité ou de desséchement. Beaucoup vomissent des colonnes d'eau de 2 à 6 pieds de diamètre et d'une hauteur de 15 à 30 pieds. Un de ces geysers, dont l'orifice est fort étroit, lance tous les quarts d'heure une colonne d'eau de 20 à 30 pieds de hauteur. Un grand nombre de ces sources, dans un état d'ébullition continuelle, jaillissent à 2 ou 4 pieds de haut; de temps en temps la colonne d'eau reçoit une impulsion extraordinaire, et s'élève jusqu'à 10 à 12 pieds. On a donné le nom de *Fontaine architecturale* à un geyser, autour duquel ses dépôts ont construit un véritable monument : le bassin entier a 150 pieds de diamètre. Sur une surface de plusieurs centaines de pieds s'étagent d'innombrables degrés demi-circulaires

1. Élisée Reclus. *Asie Orientale.*

variant de un quart de pouce à 2 pouces de hauteur, et magnifiques dans leurs détails. Le geyser lance une colonne d'eau de 30 à 60 pieds, et l'eau retombant en jets multipliés dans un rayon de 50 pieds remplit les réservoirs qui entourent le bassin.

Autour d'autres sources, la silice s'est déposée également en élégants ornements : ainsi elle entoure certains bassins de margelles bordées de perles. Quelquefois les perles se groupent, et prennent l'aspect d'un corail ou d'une tête de chou-fleur.

Des sources boueuses accompagnent les geysers actifs par tout le bassin. Ce sont sans doute des sources en voie de refroidissement.

Les surfaces sur lesquelles s'écoulent le trop-plein des eaux bouillantes sont quelquefois couvertes d'une gelée pulpeuse, qui a 2 à 4 pouces d'épaisseur, e qui présente les plus brillantes couleurs : écarlate, rose, vert, blanc.

Ces régions volcaniques ne sont pas contraires à la végétation : les pins y sont abondants. Mais quand ils tombent, ils sont rapidement silicifiés. Un pin entier ayant été jeté par le vent dans une source chaude, toutes les branches et tous les cônes étaient entièrement incrustés et pénétrés de silice.

Le bassin des geysers supérieurs est situé à 5 milles des geysers inférieurs. Ils sont à peu près séparés l'un de l'autre par les montagnes qui s'avancent tout au bord de la rivière, ne laissant de place que pour un très petit nombre de sources. Les geysers supérieurs sont fort près de la source de la Firehole, et occupent la vallée sur une longueur de 2 milles. Ils sont une cinquantaine environ.

Les Sources du Mammouth dans le Parc national des Etats-Unis.

Un des plus grands geysers donne une colonne d'eau de 200 pieds de hauteur et de 8 pieds de diamètre. Le phénomène est annoncé par un bruit sourd semblable à un tonnerre lointain; ensuite c'est le fracas d'une charge dans une bataille. La fontaine jaillit avec force pendant 15 minutes, puis la quantité d'eau diminue graduellement et finit par s'abaisser dans le cratère à 2 pieds environ.

Deux bassins séparés seulement par un espace de 2 pieds présentent les régimes les plus différents : l'un est dans un état d'agitation constante, l'autre n'entre en éruption qu'après un intervalle de 32 heures.

Le geyser de la *Scierie* (*Saw Mill*), s'élance à 12 pieds de haut et d'une manière continue, d'un petit cratère de 2 pieds de haut.

Le geyser de la *Grotte* (*Grotto*) et celui du *Château* (*Castle*) sont particulièrement remarquables. Le *Château* a un cratère de 100 pieds de haut, et un diamètre de 150 à 200 pieds à la base. De minces couches de silice s'élèvent comme des degrés jusqu'à la cheminée placée au sommet, et d'où s'échappent constamment des nuages de vapeur. De moment en moment une colonne d'eau sort de cette architecture et s'élève à 15 ou 25 pieds dans les airs.

Le *Vieux Fidèle* (*Old Faithfull*) fonctionne régulièrement toutes les heures, lançant à la hauteur de 100 à 150 pieds des colonnes d'eau de 6 pieds de diamètre. L'éruption est annoncée par une colonne de vapeur, et est immédiatement suivie par l'eau, dont les jets se succèdent d'une manière continue pendant 15 minutes. La période active se termine par une

bouffée de vapeur. L'eau retombe directement dans le cratère et déborde en grande quantité. Il faudrait citer beaucoup d'autres de ces geysers merveilleux : le *Bonnet Phrygien* (*Liberty Cap*), l'*Éventail* (*Fan*), la *Ruche* (*Bee-hive*), le *Grand Geyser* et bien d'autres, au milieu desquels jaillissent dans des vasques d'une élégance suprême les sources du Mammouth, encore incomplètement étudiées. Il faut bien se garder, comme on l'a fait quelquefois, de confondre ces dernières avec les grottes du Mammouth, creusées, comme on l'a vu plus haut, dans la masse des Alleghanies, et qui sont extrêmement distantes du Parc national.

On ne rencontre pas trace de calcaire dans les dépôts de la Firehole, mais on y trouve 85 pour 100 de silice, 11 pour 100 d'eau; le reste est principalement formé de chlorure de magnésium. Dans le bassin de la Yellowstone, c'est aussi la silice qui domine[1].

Dans la Nouvelle-Zélande la région des geysers s'étend le long du Waïkato, à une distance de 1 kilomètre et demi sur les deux rives. Les sources les plus remarquables de toute la contrée sont comprises dans une large masse blanchâtre de dépôt siliceux de 120 mètres de long sur une largeur à peu près égale. Là sont soixante-seize sources jaillissantes dont la principale est l'*Homaitérangi*. De Hochstetter[2], témoin de plusieurs éruptions de ce geyser, raconte que l'eau s'agitait tout à coup et formait instantanément un jet puissant qui s'élevait en ligne oblique

1. F. V. Hayden. *The american Journal of science and arts* (3e série), vol. III, n° 15.
2. New-Zeland.

Le Grand Geyser, aux États-Unis.

à une hauteur de 20 pieds conservant une température de 94 degrés centigrades. Puis le bassin se vidait, laissant voir une ouverture étroite en forme d'entonnoir, d'où s'échappaient des vapeurs. Il y eut trois éruptions dans l'espace de quatre heures.

Une autre fontaine, voisine de celle-ci, lança, au moment du tremblement de terre de Wellington, en 1848, un jet d'eau avec des pierres qui s'éleva à 30 mètres d'altitude, et s'y maintint pendant près de deux ans. Actuellement le jet monte à une hauteur qui varie de 60 centimètres à 1 mètre; il a une température de 98 degrés, et exhale une odeur sensible d'hydrogène sulfuré.

Près du village de Tokanou, sur un espace de 2 milles anglais, s'étend une autre région de sources jaillissantes. De la haute mer, on aperçoit la colonne de vapeur qui s'échappe du Pironi. A quelques pas de ce gouffre est le *Korakorootopohinga*, orné de stalactites siliceuses et qui dans un bassin large d'environ 3 mètres renferme de l'eau constamment en ébullition.

Mais ce qui, dans la Nouvelle-Zélande, excite pardessus tout la surprise et l'admiration du voyageur, c'est la région des lacs, qui rappelle, en miniature, les beautés de la haute Italie, et dépasse en manifestations geysériennes les phénomènes les plus étonnants de l'Islande.

Le Rotomahara ou lac chaud, qui est un des plus petits lacs de ce district, car il n'a pas tout à fait 1500 mètres de long sur 400 de large, est situé à 10 088 pieds au-dessus du niveau de la mer. Des col-

lines arides l'entourent ; ses eaux sont verdâtres, ses bords marécageux. De toutes parts jaillissent des colonnes d'eau bouillante qui échauffent le lac tout entier et le couvrent de vapeurs. La natation y est fort agréable, mais on y passe par des températures assez diverses.

Les principales sources sont sur le rivage oriental du lac. La plus belle est le *Te-Tarata* (roche tatouée), dont les eaux s'échappent en bouillonnant et descendent dans le lac par des terrasses successives offrant l'aspect du marbre blanc, et ornées de stalactites d'une pureté éclatante. Vingt-cinq geysers alimentent le Rotomahara. Il y coule aussi d'innombrables petites sources réputées très bienfaisantes par les indigènes.

Le lac Rotorua est également entouré de sources chaudes, dont l'une des principales a une température de 70 degrés. Il en est de même du lac Rotoïti, l'un des plus pittoresques de toute la Nouvelle-Zélande.

CHAPITRE XVI

LES SOFFIONIS

Les *soffionis* sont des jets de vapeur d'eau à 96, à 100 et même à 175 degrés, dont la Toscane nous fournit des exemples bien connus. Il y en a sept groupes distincts, répartis sur un petit espace, au sud-est de Volterra, près de Florence. La vapeur d'eau est mélangée d'acide carbonique, d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène libre. En se condensant, elle se dépose dans les *lagoni*, vastes bassins, où se forment du soufre et surtout du gypse. Telle est l'origine de l'albâtre de Volterra.

Larderel a trouvé moyen d'extraire de l'eau des lagoni l'acide borique qu'elle contient en grande quantité, et cela a très bon compte, puisque pour l'évaporation de ces eaux minérales, il se sert de la vapeur même des soffioni. Ce procédé a donné lieu à une industrie si active qu'une ville florissante, Larderello, s'élève maintenant dans la région jadis maudite des Soffionis.

Les *soufflards mugissants* de l'île de Java sont des jets de vapeurs assez violents pour produire mécaniquement autour de l'orifice de leur sortie une vaste cavité en forme d'entonnoir.

La vallée d'Otumaheke, dans la Nouvelle-Zélande, offre à la curiosité des voyageurs le *Harapiti*, jet de vapeur qui s'élance d'un cratère parfaitement régulier, avec des sifflements aigus, et qu'on aperçoit dans un rayon de 20 kilomètres.

TROISIÈME PARTIE

L'ŒUVRE GÉOLOGIQUE DES SOURCES

Les eaux dont nous avons précédemment indiqué le régime, avec leur température parfois si haute et leur composition parfois si complexe, ne peuvent circuler dans l'épaisseur des roches sans y déterminer des réactions variées : désagrégations, dissolutions, précipitations. Il en résulte une œuvre géologique qu'il nous reste à décrire.

CHAPITRE I

DÉMOLITION DES ROCHES PAR LES SOURCES

Plus d'une roche est soluble dans l'eau soit pure, soit chargée d'acide carbonique. Le sel gemme et le gypse sont dans le premier cas; le calcaire est dans le second. Aussi les éboulements se produisent-ils fréquemment dans les pays où affleurent ces substances. Pour le sel gemme, un vrai désastre a eu lieu ainsi il y a peu d'années à Varangeville-Saint-Nicolas auprès de Nancy. Des bâtiments d'usine ont été renversés comme par un tremblement de terre et il y a eu mort d'hommes. Pour les roches calcaires, les exemples sont très nombreux et très variés.

Les eaux corrosives pénètrent dans la masse des calcaires par des conduits qu'elles ont ou créés ou agrandis, *gouffres* ou *ragagés*, jusqu'à ce qu'elles soient arrêtées sur certains bancs plus difficilement attaquables; alors l'action s'exerce sur une échelle plus grande et l'excavation produite n'est plus un simple trou, mais une *caverne*.

C'est le phénomène de la corrosion des calcaires sur de vastes dimensions qui a produit tous les accidents offerts par ces cavernes. Leurs limons ferrugineux,

quelquefois même les mines de fer qu'elles présentent, les masses de carbonate de chaux qu'elles déposent en certaines positions plus ventilées sous forme de stalactites; les amas de tufs ou les calcaires d'eau douce récents qui se présentent auprès des terrains caverneux; — tous ces effets si variés et si intéressants sont les conséquences de l'érosion de ces calcaires.

Plus les grands plateaux sont arides, plus est grande la proportion d'eau pluviale absorbée. Ils sont d'autant plus arides qu'ils sont plus crevassés : le plateau de calcaire de Fuveau (Bouches-du-Rhône) est devenu plus aride et plus fécond en eaux souterraines, depuis que l'exploitation des lignites a augmenté les excâvations et les fractures du terrain.

Outre l'absorption directe, il y a l'alimentation indirecte; c'est celle qui s'opère lorsque des crevasses absorbent des cours d'eau déjà formés et réunis à la surface. Auprès de Marseille, toutes les eaux des terres basses de Gémenos, après avoir été retenues par les argiles tertiaires, viennent s'engouffrer dans les puits absorbants offerts par les calcaires à *Chama*. Ces puits absorbants, connus en Provence sous le nom d'*embucs*, suivent les alignements des sources.

Dans l'Aveyron, les plateaux des Causses ont une altitude moyenne de 7 à 800 mètres : les calcaires fissurés de ces vastes surfaces laissent passer les eaux pluviales qui gagnent les profondes vallées et alimentent des cours d'eau très abondants. Ce qui empêche la stérilité d'être absolue dans ces régions, c'est que quelques parties argileuses, pénétrant les fissures, nourissent une végétation suffisante pour le pacage

des moutons. Si l'on aperçoit au loin, disait Dufrénoy, quelque habitation, on peut être sûr qu'un accident ou une disposition spéciale de la stratification a ramené au jour un lambeau des couches marneuses de la base.

C'est ce qui a lieu pour le Larzac, si célèbre par ses brebis, dont le lait donne lieu à l'industrie des fromages de Roquefort. Elles y trouvent des pâturages très aromatiques. En outre les caves où l'on fabrique et conserve le fromage, étant à cause de leur altitude particulière (800 mètres) dans des conditions de fraîcheur, augmentée encore par l'évaporation des eaux d'infiltration qui suintent sur les parois des fissures, on obtient des produits impossibles ailleurs.

De même que les rivières proprement dites démolissent sans cesse leurs berges, de même les cours d'eau souterrains corrodent les parois des conduits dans lesquels ils coulent. La désagrégation de ces parois est nécessairement inégale, d'après la compacité ou la composition de chaque point, et c'est ainsi que se forment des chambres plus ou moins vastes réunies par des étranglements. Les cavernes qui reconnaissent une pareille origine sont innombrables, on peut dire qu'il en existe partout, et que la croûte terrestre est traversée par des cours d'eau ayant les directions les plus variées. Cependant, ce n'est que dans des localités exceptionnelles qu'on peut pénétrer dans ces antres. L'entrée est souvent fort étroite et entièrement remplie par la source qui en sort. Quand on peut s'y introduire, on arrive toujours, après un trajet plus ou moins long, de plusieurs kilomètres quelque-

fois, à des régions où l'excursion devient impossible. à cause de l'étranglement des conduits ou de l'abondance de l'eau. Parmi les cavernes appartenant à ce type, plusieurs ont acquis une grande célébrité par la magnificence des points de vue qu'elles offrent aux explorateurs.

Les effets les plus curieux sont dus aux stalactites et aux stalagmites, dépôts coniques, formés généralement de carbonate de chaux et dus à l'infiltration de l'eau à travers les parois du rocher. Les stalactites pendent à la voûte, à la manière des aiguilles de glace attachées aux gouttières pendant l'hiver. Les stalagmites s'accroissent sur le sol, du calcaire qu'y laisse en s'évaporant chaque goutte d'eau qui tombe. Les stalactites et les stalagmites peuvent s'allonger au point de se rejoindre. Telle est l'origine des colonnes bizarres qui donnent souvent aux cavernes des aspects de cathédrales.

Dans le val d'Orléans on connaît, sous le nom de Gèvre, un gouffre où se perd en entier la petite rivière la Duis, ainsi qu'une partie du Loiret. L'activité absorbante de cet abîme varie d'une manière évidente avec les allures de la Loire : c'est quand le fleuve est bas que l'absorption est le plus active ; aux moments des grandes crues il arrive parfois que le Gèvre rejette de l'eau au lieu d'en prendre. Personne ne saurait douter qu'il existe dans le sous-sol une série de fissures communiquant les unes avec les autres et dans lesquelles circulent les eaux.

Dans l'Yonne, la Cure s'est de même creusé un cours souterrain auprès d'Arcy ; et elle paraît l'avoir

suivi très longtemps avant de s'être ouvert son trajet actuel à l'air libre.

L'Iton prend sa source à Rouxou (Orne), à une altitude de 280 mètres, entre dans le département de l'Eure à Chaise-Dieu-du-Theil, et arrive à Villalet où il cesse de couler : toute la portion de son lit, depuis cet endroit jusqu'à Gaudreville et quelquefois au delà, reste complètement à sec, d'où le nom de Sec-Iton qui lui est donné.

Il y a longtemps que cette disparition a occupé l'attention des géologues. Le 12 juillet 1758, Guettard adressait à l'Académie des sciences un mémoire sur plusieurs rivières *qui entrent en terre et qui reparaissent ensuite*. Il donnait dans ce travail le résultat de ses observations sur les pertes de l'Iton. « Peu après être sorti de la forêt d'Évreux, dit-il, on traverse son lit, à sec l'été.... A Villalet, l'Iton se perd complètement. Il ne va pas plus loin en été. En hiver, son lit se remplit, il devient même alors une espèce de torrent fort à craindre. » Guettard avait déjà remarqué dans le lit de la rivière des bétoires dans lesquels l'eau s'engouffre d'un cours continu. Mais il en est d'autres qu'il n'avait pas aperçus : une série d'excavations en forme d'entonnoirs qui existent dans la forêt d'Évreux. Tous ces bétoires paraissent former une ligne presque droite, partant du moulin de Verrière à Coulonges pour aboutir à la source de la Fosse-aux-Dames, qui serait d'après les gens du pays, et aussi d'après tous les auteurs qui se sont occupés de la question, le point de réapparition des eaux de l'Iton. Nous empruntons à une note de M. Fer-

ray[1] quelques détails sur le canal souterrain que suivraient les eaux entre la perte et la nouvelle source.

Le relèvement de l'étage crétacé dit cénomanien aurait formé la partie inférieure de ce canal. Mais la craie blanche qui surmonte cet étage aurait été en partie enlevée par les eaux, pour laisser d'immenses cavernes que personne n'a pu encore visiter, et qui, fort probablement, ménagent de grandes surprises à celui qui, le premier, y pénétrera.

On peut se faire une idée des dimensions de ces cavernes, d'après celles des bétoires : l'un des plus considérables mesure 80 mètres de diamètre et 16 mètres de profondeur. Cet effondrement du toit du canal souterrain de l'Iton indique à n'en pas douter que la capacité de la caverne sous-jacente ne peut pas être moindre que celle de l'immense entonnoir; elle a au moins de 25 à 30 000 mètres cubes.

L'hypothèse d'un canal souterrain dans l'alignement des bétoires a été confirmée au cours de travaux sur le territoire des Boscherons. Des ouvriers, occupés à ouvrir une carrière pour l'exploitation de la marne, mirent à jour, à une profondeur de $18^{m},70$, un canal large de $2^{m},90$, haut de $1^{m},75$, creusé dans la craie, et dans lequel passe un cours d'eau dont la vitesse est de 6 mètres à la minute, et le débit de 507 litres par seconde. Le plan d'eau de ce canal est à $5^{m},16$ en contrebas de l'eau ordinaire de la rivière d'Iton sur ce point.

Déjà on avait signalé à 500 mètres en amont du

1. *Lecture faite au Congrès des sociétés savantes, à la Sorbonne*, avril 1882.

point précédent un autre cours d'eau souterrain, à plus de 8 mètres en contre-bas du plafond du lit.

Ces deux cours d'eau, qui très vraisemblablement sont bien distincts et ne se réunissent pas, permettent de croire à tout un système qui doit sillonner les profondeurs du plateau qui sépare les deux vallées de l'Eure et de l'Iton.

On a vu dans la région des bétoires se produire : en 1880, un puits profond de 20 mètres, à parois cylindriques et bien verticales, de 6 mètres de diamètre, se creusa instantanément. La Fosse-aux-Dames et les autres sources qui débouchent dans l'étang de Bonneville sont, nous l'avons dit, très vraisemblablement alimentées par les eaux de l'Iton. Mais évidemment elles ont d'autres réservoirs.

Dans le département de l'Ain, tout le monde connaît la perte du Rhône à Bellegarde, à cause de son aspect pittoresque : on en a du reste modifié artificiellement la disposition vers 1830, pour faciliter le flottage des bois.

En Espagne, la Guadiana se perd dans un pays plat, au milieu d'une prairie, de sorte que les Espagnols, dit Arago, quand on leur parle avec éloge de quelque grand pont de France ou d'Angleterre, répliquent qu'il en existe un en Estramadure, sur lequel 100 000 bêtes à cornes peuvent paître à la fois.

Nous ne décrirons qu'un petit nombre de cavernes, et encore ne le ferons-nous qu'avec sobriété, puisque la *Bibliothèque des Merveilles* a tout un livre sur ce sujet[1].

1. *Grottes et Cavernes*, par M. A. Badin.

Les grottes du Han sont célèbres en Europe. Elles se trouvent en Belgique, dans la province de Namur, à peu de distance du duché de Luxembourg. C'est là, au pied d'une montagne que se perd la Lesse, avec un fracas épouvantable. Elle reparaît 200 mètres plus loin, sur l'autre versant de la montagne, aussi calme qu'elle était frémissante avant sa disparition. Lorsque les eaux à l'entrée sont troublées par un orage, il faut un jour entier pour que leur transparence soit altérée à la sortie. Une obscurité profonde règne dans la grotte du Han. C'est en 1814 qu'y pénétrèrent les premiers observateurs.

La région des Alpes de la Carniole et de l'Istrie, qui s'étend entre Laybach et Fiume est une des plus remarquables du monde pour les souterrains que les eaux y ont creusés. « Plusieurs montagnes sont percées dans tous les sens de cavernes et d'allées, comme si la masse rocheuse tout entière n'était qu'un amas de cellules; sur telle abrupte paroi, on aperçoit à diverses hauteurs, ici des portes cintrées, là des orifices de formes bizarres où s'engouffraient autrefois des ruisseaux; ailleurs on voit d'abondantes sources bleues jaillir des grottes ou des rochers entassés à la base des collines, et former des ruisseaux qui disparaissent plus loin dans les fissures du sol, comme dans les trous d'un crible; partout sur la surface des plateaux, nus ou couverts de forêts, s'ouvrent des puits ou des entonnoirs communiquant avec les réservoirs souterrains[1]. »

1. Elisée Reclus, *La Terre*.

La caverne d'Adelsberg est une des plus étonnantes dans ce réseau. Elle a été creusée par la Poik, qui pénètre dans une colline aux flancs escarpés par une sorte de haute porte. A l'intérieur de la grotte, elle s'enfonce dans une avenue tortueuse que l'on a suivie en bateau sur une longueur de près d'un kilomètre. Une enfilade de salles et de couloirs, dirigée vers le nord-est, est, très vraisemblablement, l'ancien lit de la rivière. C'est dans cette partie du labyrinthe d'Adelsberg que se trouve la salle du Calvaire, aux incomparables stalactites, et dont la longueur développée est de 2355 mètres.

On peut suivre du dehors le cours souterrain de la Poik, grâce aux gouffres ouverts dans les parois calcaires. L'un d'eux, le Puk-Jama, situé à plus de 2 kilomètres au nord de l'entrée de la grotte, permet de descendre jusqu'au bord du torrent. En aval, on ne peut le suivre au delà de 250 mètres, en amont, on peut aller jusqu'à 450 mètres. Il faut revenir par le gouffre. Après un parcours souterrain de 9 à 10 kilomètres, la rivière sort de la montagne par une arche cintrée, plus considérable qu'elle n'y était entrée, car elle a reçu un certain nombre d'affluents. On peut, à partir de la sortie, remonter la Poik sur une longueur de 3200 mètres; de sorte qu'on connaît en tout 5 kilomètres de son cours dans ces profondeurs. En Istrie, la Recca, un des affluents du Timavo, ce beau fleuve qui porte des navires de sa source à son embouchure, se perd sous une haute arcade servant de piédestal au village de San-Canzian. Comme pour la Poik, son cours est indiqué par une série de gouffres.

Parmi les roches attaquables par les sources il en est qui sont soumises à l'action d'eaux chaudes et chargées de principes énergiques. Les calcaires baignés par de l'eau renfermant de l'acide sulfurique se transforment progressivement en gypse. A cet égard Dumas a montré comment les corps poreux sont efficaces pour développer de l'acide sulfurique aux dépens des eaux sulfurées. Les rideaux des cabinets de bain d'Aix en Savoie, par exemple, sont en peu de temps brûlés par suite d'un phénomène de ce genre.

Et s'attaquant à des roches alumineuses comme les laves des volcans, certaines eaux sulfuriques y développent de l'alunite; et des eaux moins énergiques extraient simplement du granit la forte proportion d'alcali qui s'y trouve, de façon à le réduire en un résidu argileux. Le kaolin ou terre à porcelaine a souvent cette origine.

Comme roches éminemment délayables par les eaux souterraines, il convient, outre les sables, de faire une place à part aux argiles. Si elles constituent entre des calcaires des couches minces, convenablement inclinées, le passage des nappes aquifères peut à la longue déterminer leur glissement. De là des éboulements de montagnes dont plusieurs ont laissé le souvenir de terribles catastrophes.

En 1806, le Rossberg s'est ainsi effondré en partie sur le village de Goldau au fond du lac de Lowerz, au pied nord du Rigi.

A la Réunion, le 26 novembre 1875, entre cinq et six heures du soir, une partie du piton des Neiges et du Gros-Morne, montagnes dont l'altitude dépasse

3000 mètres, s'écroula dans le cirque de Salazie, sur une profondeur de 5 kilomètres, engloutissant le village du Grand-Sable, où se trouvaient soixante-dix personnes. Non seulement les secours furent inutiles, mais on dut renoncer à rechercher le corps des victimes. Des millions de mètres cubes de pierres et de terres amoncelées, recouvraient une superficie de 120 hectares.

En même temps, des ravins étaient comblés; les gorges d'où sortait le torrent étaient fermées, et les eaux arrêtées derrière ces barrières.

La catastrophe commença par des secousses, des trépidations et des détonations. Il ne fallut que quelques minutes pour que le bouleversement fût à son comble d'horreur. Une montagne se forma à la place de la vallée, là où quelques instants auparavant s'élevaient de paisibles demeures. Une seule famille fut sauvée. Logeant à l'extrémité du village du Grand-Sable, le mari, la femme et l'enfant furent emportés tout d'une pièce, avec leur maison, les récoltes et les arbres qui l'entouraient; ils s'arrêtèrent sains et saufs à 2 kilomètres plus loin. Le sol, compact jusqu'à une grande profondeur, avait sans s'effondrer couru horizontalement, et même en remontant un peu, avec une vitesse dont n'eurent point conscience les personnes ainsi miraculeusement transportées et sauvées.

Le même mouvement déplaça une forêt tout entière, située sur la rive droite du torrent des Fleurs-Jaunes. La forêt passa sans se renverser, sur la rive gauche, franchissant, sur les amoncellements produits par l'exhaussement instantané et par l'éboulement, un

ravin profondément encaissé, et maintenant comblé. Les arbres de la forêt ne souffrirent point de ce déplacement.

Un petit piton exécuta sur lui-même un mouvement de rotation.

Quelques personnes voulurent attribuer la catastrophe à une manifestation volcanique. Il est bien établi aujourd'hui qu'il y a eu là un éboulement causé par l'action des eaux.

CHAPITRE II

PRODUCTION DES ROCHES PAR LES SOURCES

Il suffit d'un examen peu prolongé des masses rocheuses qui nous entourent pour y rencontrer des formations parfois très volumineuses dont des sources sont les seuls auteurs.

A cet égard, les dépôts de calcaire occupent une place à part.

Tout d'abord il faut remarquer que lorsque l'ouverture des cavernes est située à un niveau élevé, et que leurs eaux s'échappent en toute liberté, le bassin intérieur peut se vider rapidement dès que cesse la saison pluvieuse. Alors le rôle change; la caverne n'est plus un lac. Les eaux qui s'y infiltrent après les pluies trouvent une large superficie vide où les issues, à différents niveaux, renouvellent tous les phénomènes d'une active circulation d'air; elles y éprouvent une vaporisation qui élimine immédiatement l'excès d'acide carbonique dont elles sont chargées. Dès lors elles laissent déposer les particules de carbonate de chaux qui les chargeaient; des stalactites s'allongent à la voûte de la grotte, des stalagmites s'accumulent sur le sol : des colonnades,

des espèces de statues et mille formes bizarres les remplissent d'ornements fantastiques.

Avec le temps, les dépôts des sources peuvent acquérir un volume considérable. Dans quelques parties de la Toscane et de la campagne de Rome, le sol est recouvert de tuf et rend un son creux sous les pas du voyageur. Par suite de l'abondance de carbonate de chaux amené par les sources pétrogéniques, la formation de cette roche étant surtout abondante auprès de Tivoli, en latin Tibur, les anciens lui avaient donné le nom de *tibutenus*, qui s'est corrompu en *travertino*, dont nous avons fait le mot *travertin*. En Italie on distingue sous le nom de *panchina* des travertins qui, au lieu de se faire à l'air libre, se sont concrétionnés sous la mer et ont empâté des coquilles et des grains de sable.

Parmi les localités de l'Italie où la formation du travertin est généralement active, on peut mentionner, outre Tivoli dont les célèbres cascades coulent sur des couches de concrétions variant de 120 à 150 mètres de puissance, San Vignone, où le dépôt s'accroît de 15 centimètres d'épaisseur tous les ans, et San Filippo où les eaux, qui se rendent dans un étang, ont construit en vingt années une assise calcaire de 9 mètres.

Les édifices de Rome ancienne et moderne ont été construits avec le travertin.

En Auvergne la source de Saint-Alyre contient en dissolution, à la faveur de son acide carbonique, une si grande proportion de carbonate de chaux, que ses incrustations ont formé plusieurs ponts jetés sur la Tiretaine. Nos ancêtres, qui, cependant, n'étaient pas

fort sensibles aux curiosités naturelles, avaient été frappés de celle-ci. Dans sa *Cosmographie universelle*, publiée en 1575, Belleforest dit ceci : « Audedans de l'abbaye de Saint-Alyre passe un fleuue qu'on dit auoir esté iadis nommé Scatéon et ores est dit Tiretaine, sur le cours de laquelle est posé le merveilleux pont de pierre naturelle fait par l'eau d'une fontaine qui s'endurcit en pierre non sans estonnement des effets miraculeux de la nature ; et laquelle fontaine est à enuiron trois cents pieds de la riuière, laquelle coulant vers la riuière susdicte faict cette dureté pierreuse du pont par sous lequel passe le fleuue susnommé.

« Le feu roy, Charles neuuième du nom, faisant son voyage de Bayonne, voulut voir ce pont merueilleux et la fontaine qui n'est artificielle, et le cours d'eau et la source d'où elle procède comme chose estrange et des plus rares miracles de nature qu'on voye guère en la France. »

L'un des ponts, en dehors de l'enclos de Saint-Alyre, n'est pas fini, et présente seulement des masses de travertin qui s'avancent au-dessus du ruisseau. Le second, dans l'établissement même, est en voie de formation, et, afin de l'empêcher de s'achever, on en retire l'eau incrustante pendant la majeure partie de l'année. L'arcade est fort élevée ; elle a environ $4^{m},15$ de hauteur. Son extrémité libre s'avance un peu au-delà du bief ; sa base s'appuie contre un massif de travertin très épais et très large, qui est situé sur la rive droite du cours d'eau.

Le grand pont de pierre, que l'on appelle aussi

Pont du Diable, ou *Pont stalactite*, est une masse de travertin considérable qui a posé une arche solide sur une île de la Tiretaine et qui avait commencé de jeter sur l'autre bras du ruisseau une seconde arche. M. Nivet a exactement mesuré ces singuliers dépôts. La face supérieure du pont a une élévation au-dessus des eaux du bief de $5^m,10$; la largeur du pont au niveau du bief est de $5^m,45$; celle de l'aqueduc de $1^m,50$ à $2^m,10$. La longueur du pont est de 10 mètres; celle de l'aqueduc de 75 mètres.

« Il doit son origine, dit Lecoq[1], à la source aujourd'hui détournée de la rue des Chats. A partir de cette source, le pont de pierre présente l'aspect d'une muraille construite seulement à fleur de terre, laquelle irait en augmentant de hauteur et d'épaisseur à mesure que l'on avance vers son extrémité. Sa surface supérieure, d'abord très étroite, s'élargit graduellement, et l'on remarque encore une espèce de sillon qui servait sans doute à conduire les eaux qui élevèrent elles-mêmes cet aqueduc. L'eau, suivant la direction que lui traçait la pente du sol, coula sur son dépôt, l'augmenta tous les jours; et comme la matière calcaire se déposait plus facilement sur les bords que dans le milieu, elle laissa dans cette partie le sillon peu profond qui lui servait de conduit. Les eaux, arrivées à l'extrémité de la muraille, se répandirent dans le ruisseau qui mettait un terme à leur dépôt; bientôt cependant la muraille s'éleva au bord, et dès qu'il y eut une chute, il y eut bientôt aussi un prolongement

1. *Les Eaux minérales du massif central de la France.*

de matière calcaire qui avança au-dessous de l'eau. Des plantes aquatiques ne tardèrent pas à s'y développer, et leur végétation, activée par les matières salines contenues dans les eaux minérales, couvrit de touffes de verdure le rocher qui venait de se former. Mais ici la nature était encore dans toute son activité : un dépôt de carbonate de chaux et de fer hydroxydé couvrait en peu de temps les végétaux vigoureux qui avaient pris possession de ce sol encore vierge; les mousses et les coquillages qui venaient y chercher la fraîcheur étaient saisis en même temps, et tous ces matériaux accumulés ne servaient qu'à exhausser le terrain, à multiplier les surfaces, à augmenter les points de contact, et favorisaient puissamment la formation d'une arcade dont la nature seule avait formé le plan. Qu'arriva-t-il enfin au bout d'un grand nombre d'années? C'est qu'une arche tout entière parut sur le ruisseau dont le cours eût été arrêté si ses eaux n'eussent pas enlevé, au fur et à mesure de sa précipitation, la matière calcaire apportée par les eaux qui venaient croiser les siennes. Le ruisseau de Tiretaine ne fut plus, dès lors, un obstacle au cours des eaux de Saint-Alyre; elles l'avaient traversé et se disposaient déjà à franchir un autre bras de ce ruisseau en formant une nouvelle arche. Celle-ci se voit encore à demi formée, avançant au-dessus du ruisseau et restant suspendue sans soutien. Une cause qui nous est inconnue, changea le point de sortie des eaux minérales, et l'aqueduc fut à sec. »

M. Nivet estime que ce pont est postérieur à l'éta-

blissement de l'abbaye de Saint-Alyre, et qu'il a fallu quatre siècles au plus pour le former.

On utilise industriellement les propriétés incrustantes des eaux de Saint-Alyre, depuis le siècle dernier. A cette époque, le jardinier de l'abbaye vendait aux étrangers des rameaux incrustés. Chomel envoya à Tournefort des raisins et des feuillages recouverts de ces dépôts calcaires.

Aujourd'hui, on vend en grand nombre des nids, des fleurs, des fruits, et surtout des médailles et des camées. La fabrication des objets incrustés se fait dans un petit bâtiment, dont le plafond laisse arriver l'eau, qui se déverse en une multitude de rigoles, et s'échappe par des trous pratiqués dans les conduits. Tous les objets sont éclaboussés et bientôt recouverts d'une légère couche pierreuse qui augmente avec le temps.

Les sources incrustantes de Saint-Nectaire et d'autres localités voisines laissent déposer du carbonate de chaux beaucoup plus blanc et donnent des cristallisations plus fines. C'est à Saint-Nectaire qu'a commencé l'industrie des camées et des médaillons que l'on connaissait déjà en Italie.

A Saint-Nectaire, les travertins sont très variés. « On les voit, dit encore Lecoq, en traînées blanches sur tous les granits, tandis que le sol est imprégné des matières solubles, et notamment du chlorure de sodium, ou sel marin, qui est le principe dominant des eaux de Saint-Nectaire. Des plantes maritimes, trompées par la présence de ces matières salines, vivent égarées dans cette petite vallée, perdues au milieu de la France,

sans qu'on les retrouve sur aucun point intermédiaire, entre celui-ci et l'Océan.... Rien n'est plus curieux que les dépôts que forment journellement ces eaux singulières. Elles abandonnent de la silice, du fer hydroxydé, du carbonate de chaux sous toutes les formes imaginables, ou laissent cristalliser de belles aiguilles d'aragonite qui tapissent d'admirables géodes. Tout cela s'opère dans les conduits souterrains que les eaux parcourent, dans les fissures des roches par où elles sont sorties, dans toutes les cavités qu'elles peuvent atteindre.

« A l'extérieur, chaque filet d'eau forme une traînée blanche qui se distingue de loin; les plantes qui végètent près des fissures du rocher sont bientôt recouvertes par la même substance, et souvent divers coquillages, qu'une démarche trop lente empêche de se soustraire promptement à leur action, se trouvent pris par le dépôt calcaire, et présentent le singulier phénomène de fossiles vivants. Ainsi on voit partout opérer la nature; on assiste à la naissance et à la cristallisation de ces minéraux dont autrefois on ignorait l'origine et que l'on attribuait à des causes particulières qui n'existeraient plus sur notre planète, et cependant ce sont de simples sources qui les forment sous nos yeux. »

La source des Célestins, à Vichy, a donné lieu à un dépôt des plus considérables, et qu'on désigne sous le nom de Rocher des Célestins. Une partie de ce traverin est à nu, et sert même d'ornement à l'une des plus jolies promenades de la ville; mais la grande masse se prolonge très loin sous les maisons. Il est très acti-

vement exploité. Les aragonites constituent une grande partie du rocher. Elles sont souvent placées entre deux couches de travertins compactes, et forment des masses d'une certaine épaisseur, toujours formées de couches superposées que l'on peut séparer par le choc. On obtient ainsi des surfaces mamelonnées dont les reliefs se sont imprimés en creux sur les croûtes supérieures.

Dans beaucoup de localités le mouvement continuel de l'eau calcarifère forme les pisolithes dans les lieux où tombe une cascade et où l'eau tourbillonne. Si la chute est assez considérable, les grains, longtemps suspendus, peuvent acquérir un certain volume en se chargeant continuellement de couches calcaires. Quand ils sont devenus trop pesants pour être encore ballottés, ils tombent et sont agglutinés en masse par le dépôt calcaire. Dans beaucoup de sources on assiste à la production actuelle des pisolithes : à Carlsbad, en Bohême, ils sont connus sous le nom de dragées; on les appelle *confetti* à San Filippo, en Toscane. Dans les dépôts de Vichy certaines assises sont pénétrées de pisolithes qui parfois n'ont pas beaucoup moins d'un centimètre cube et témoignent par ce volume d'une énergie remarquable dans le bouillonnement de l'eau. La source chaude de Hammam Meskoutine donne des pisolithes dont les couches successives, de nature diverse, sont les unes calcaires et les autres pyriteuses.

Toutes les particularités de la formation des pisolithes sont expérimentalement vérifiées, et dans ces dernières années un chimiste très distingué, attaché au

chemin de fer du Nord, M. Derennes, nous a communiqué des granules parfaits, identiques à ceux de la nature et qui s'étaient précipités dans des appareils d'épuration des eaux. En les examinant en lames minces au microscope, on y voit la structure à la fois rayonnante et concentrique si manifeste dans les produits naturels.

« Nous avons vu à Saint-Nectaire, dit Lecoq[1], des pisolithes offrant des couches d'un beau vert, et cette teinte était due à des conferves qui vivent dans les eaux minérales. Nous avons trouvé à Vichy, dans le rocher des Célestins, des aragonites qui offraient la même teinte verte très éclatante, certainement due à la même cause, et quoique cette nuance de vert soit très altérable à la lumière solaire, dès que la vie n'existe plus dans les êtres qui la produisent, elle se conserve indéfiniment au milieu des pisolithes et des masses d'aragonites. M. Fournet cite encore à la source de Fontfreide, près Pontgibaud, des pisolithes entièrement verts, et attribue aussi à des algues cette curieuse coloration ».

Les dépôts calcaires des sources de Carlsbad méritent d'être mentionnés. Ces sources qui sortent du granit et du porphyre, dans une vallée étroite où coule le ruisseau du Tœpel, sont en nombre considérable. Le *Sprudel* jaillit avec bruit au milieu d'une voûte formée par ses dépôts, lesquels s'étendent sous une grande partie de la ville. Partout où l'eau a trouvé du vide,

1. *Les Eaux minérales considérées dans leurs rapports avec la chimie et la géologie.*

elle a donné lieu à des bancs disposés en couches minces et parallèles dont chacune provient d'un dépôt particulier.

La croûte calcaire du *Sprudel* fut brisée par la source elle-même en 1713 et en 1727, et l'eau chaude se répandit immédiatement dans le Tœpel. Cet accident donna lieu à des recherches. On perça la roche déjà endommagée; l'eau sortit avec force, et l'on vit plusieurs cavités plus ou moins grandes remplies d'eau, et dont le fond était également une croûte calcaire. En traversant aussi celle-ci, on découvrit sous elle des cavités semblables d'où l'eau sortit avec une force encore plus grande. Lorsqu'on eut ouvert cette dernière croûte, on se trouva dans un grand réservoir d'eau, qu'on baptisa du nom de Chaudron du Sprudel (*Sprudel-Kessel*).

L'étendue de ce réservoir est considérable. Si, en creusant dans la ville, on vient à percer la croûte du *Sprudel*, l'eau chaude monte avec violence. Les fentes du sol laissent échapper de l'acide carbonique en telle quantité que les caves des maisons en sont remplies et que, dans le Tœpel, qui coule immédiatement sur le dépôt, on voit sur une grande longueur le gaz monter en bulles au-dessus de l'eau. Les canaux par lesquels s'écoule l'eau du *Sprudel* se remplissent si vite de carbonate de chaux que l'on est obligé de les percer quatre fois par an.

Le *Sprudel*, qui n'est qu'une ouverture du *Sprudel-Kessel*, a de fréquentes intermittences. Les parties supérieures du Chaudron se remplissent d'acide carbonique, et quand il est en quantité suffisamment grande,

il comprime tellement la surface de l'eau qu'il peut s'échapper avant elle. L'eau et le gaz sortent alors alternativement de 18 à 19 fois par minute[1].

Passons en Asie. Pambouk-Kalessi est l'Hiérapolis des anciens. Strabon, déjà, en disait merveilles : « L'eau de ces sources a une telle disposition à se solidifier, à se changer en une espèce de concrétion pierreuse, que les habitants du pays n'ont qu'à la dériver dans de petites rigoles (pratiquées autour de leurs propriétés) pour obtenir des clôtures qui semblent faites d'une seule pierre. » Le mot Pambouk-Kalessi, qui désigne aujourd'hui les ruines d'Hiérapolis, signifie *Château du coton*, faisant allusion aux formes monumentales et à la couleur blanche des masses de travertin qui rendent la localité célèbre.

Le plateau de Pambouk-Kalessi est à une altitude de 500 mètres; il domine de 90 mètres la plaine de Denizly et se divise en deux étages superposés : c'est sur le supérieur que se trouvent les ruines de la cité antique et les sources thermales. Il a, du nord au sud, une longueur d'un demi-kilomètre. Ses flancs très abrupts, formés de travertin, descendent par une pente rapide sur la terrasse inférieure, qui a environ 1 kilomètre de long; cette dernière s'abaisse assez doucement sur la plaine de Denizly.

« Tout à côté du petit village karahit, dit M. Tchihatchef, que l'on peut considérer comme placé sur la limite nord-ouest de ce plateau, se trouvent, au pied des montagnes, plusieurs sources dont la température

[1] Berzélius, *Annales de chimie et de physique*, tome XXVIII.

est de 50 à 60 degrés centigrades. Elles se précipitent le long du flanc nord-ouest, pour se jeter dans un petit ruisseau qui, descendant des hauteurs, débouche dans le Tchekerek-sou. L'inclinaison du plan par lequel elles coulent est de 25 degrés environ. Tout le revers de cette partie du plateau est tapissé d'une écorce rouge et blanche. A dix minutes au sud-ouest du même village on voit, au pied du rempart qui le borde au nord, sortir une source dont la température était, le 10 mai 1848, de 30 degrés à l'ombre; elle envoie à l'ouest plusieurs filets qui se répandent à la surface du plateau et le revêtent d'une écorce jaune et rougeâtre. La saveur de la source est légèrement acidulée, avec un arrière-goût ferrugineux très prononcé; le dégagement de l'acide carbonique est fort sensible. A mesure que l'on s'avance du village karahit vers cette cité solitaire de monuments funèbres, les phénomènes d'incrustation et le nombre des sources qui les produisent se développent d'une manière prodigieuse : on dirait qu'au milieu de cet asile de la mort la nature a voulu redoubler d'activité et de vie. Ainsi, à l'extrémité septentrionale de la nécropole on voit un mur de plus de 8 mètres de hauteur, composé d'incrustations blanches; en serpentant du sud-est au nord-ouest, il se creuse, à son sommet, en un canal dans lequel coule un filet d'eau qui a 31°,2 au soleil, 22 degrés à l'ombre, et qui, à l'endroit où, au nord-ouest, ce mur fait un coude, forme une superbe cascade. Des déversements semblables ont lieu sur plusieurs points du canal. L'eau ainsi épanchée se répand sur le plateau, où elle compose une im-

mense quantité de blocs et de masses d'incrustations.

« Par-dessus le lit desséché du ruisseau se dresse le pont naturel, composé également de masses d'incrustations formant une voûte spacieuse qui est hérissée de stalactites suspendues au-dessus du ruisseau en longues lanières frangées. De ces stalactites tombent constamment de grosses gouttes d'eau sur les rochers de tuf amoncelés sous la voûte. L'action prolongée de leur chute a creusé dans les rochers une foule de cavités arrondies, où le liquide, se refroidissant et se débarrassant de son acide carbonique, devient parfaitement clair et alimente des citernes naturelles admirablement ombragées. Grâce à la puissance de l'évaporation, il règne sous les voûtes de ce pont magnifique une température tellement agréable qu'au moment où, à la surface nue du plateau, le thermomètre s'élève à 30 degrés centigrades, il s'abaisse à 16°,2 dans ce délicieux réduit, où la température de l'eau n'est qu'à 17°,5. »

Mais les dépôts sont bien plus magnifiques encore à la partie inférieure du plateau. Les eaux, en bondissant de la terrasse supérieure, sur l'autre, ont édifié des constructions véritablement fantastiques.

« L'œil a peine à distinguer les gerbes d'eau des groupes sédimentaires qu'elles ont produits, et ce n'est qu'aux reflets des rayons du soleil que l'on parvient à reconnaître le liquide ruisselant au milieu des incrustations immobiles, mais étincelantes. Six de ces cascades se font remarquer, entre toutes, par leurs audacieuses proportions. La plus magnifique est celle qui descend de l'endroit où s'élève, sur la plate-forme

supérieure, le splendide édifice thermal des anciens. Lorsqu'on la contemple du bas de la plaine, on a devant soi un magnifique amphithéâtre composé de masses arrondies d'une éblouissante blancheur, brillant au soleil de mille feux comme une montagne de cristal.... Mais si le grandiose de l'ensemble du tableau saisit d'étonnement le spectateur qui le considère de la plaine, la surprise atteint son apogée lorsque, après avoir gravi les masses ondoyantes, on se trouve transporté au milieu d'une véritable scène de féerie. Là ce sont des coupes, des amphores; ici de merveilleux bassins que la nature a échelonnés en terrasses : ces formes étranges et radieuses prennent souvent des dimensions colossales; elles offrent les caractères les plus variés; un grand nombre ressemblent à d'immenses bénitiers ou à des *trydacnes* dont les parois mollement ondulées seraient sillonnées de côtes et de cannelures régulières, entourées d'arabesques. Toutes ces coupes, tous ces vases dont le pinceau et le ciseau s'efforceraient en vain de rendre la fantastique élégance sont tantôt d'une teinte jaune uniforme, tantôt bariolées de nuances diverses simulant le jaspe, l'albâtre ou le porphyre; une eau parfaitement douce les remplit généralement; quelquefois c'est un dépôt de tuf blanc, léger et vaporeux comme des bulles de savon. Au sommet du rempart d'où la cascade pétrifiée se précipite en larges lames qui ressemblent à autant de gerbes écumantes on voit ces coupes alignées comme au cordeau. Souvent elles sont frangées à leur partie inférieure et reposent sur un groupe circulaire d'immenses ciselures; au-dessus de tous ces chefs-

d'œuvre du grand atelier de la nature se voûtent, comme des coupoles de diamant, des masses globulaires d'un blanc de neige, qui semblent écumer et s'agiter aux reflets du soleil[1]. »

En Afrique, les sources d'Hammam Meskoutine, qui ont élevé leurs dépôts sur les bords de l'oued Zénati, dans la province de Constantine, se signalent au loin par les colonnes de vapeur qui s'en dégagent, et à plusieurs centaines de mètres, par une odeur sulfureuse qui augmente quand on approche sans cependant devenir très forte.

Lorsqu'on est assez près des dépôts pour les distinguer sous les vapeurs, on aperçoit un vaste champ hérissé de cônes : on dirait une ville couverte de minarets, ou un douar de tentes. La position élevée des principales sources et leur chute en cascades sur des rochers blancs et roses, donnent lieu à un magnifique château d'eau.

Le sol résonne sous les pieds, de l'acide carbonique s'en dégage ; on sent de toutes parts la circulation de l'eau. Dans cette accumulation de dépôts accrus pendant plus de cent siècles, à en juger d'après leurs progrès depuis deux mille ans, il y a des cavernes profondes. Les sources ont disparu de beaucoup d'endroits, et les vieux cônes seuls restent là debout, comme pour transmettre aux générations futures la mémoire des phénomènes qui ont présidé à leur formation.

La source, en effet, a bouché elle-même l'orifice par lequel elle s'échappait, et elle va ailleurs chercher

1. *Le Bosphore et Constantinople*

Cascade pétrifiée de Hammam-Meskoutine.

une nouvelle ouverture, qu'elle est destinée à oblitérer peu à peu.

La température des eaux de Hammam-Meskoutine est de 95 degrés; elles offrent toutes les mêmes caractères, quels que soient le volume de la source et la distance, parfois assez grande, qui les sépare.

Les gaz qui s'en échappent, et les font bouillonner, sont l'acide carbonique (97 pour 100), l'acide sulfhydrique en petite quantité, et une trace d'azote. Les dépôts sont dus au sulfate et surtout au carbonate de chaux.

M. Tripier[1] a étudié le rôle des plus intéressants que la matière organique joue dans les dépôts d'Hammam-Meskoutine :

« Quelques dépôts doivent une structure bacillaire particulière et caverneuse à des tubes de matière organique qui s'élèvent, comme des forêts, du fond de certains bassins, soutenus dans la position verticale par des bulles de gaz enveloppées d'une membrane et semblables à de petits ballons. Tous les visiteurs ont observé ces espèces de champignons si bien imités qu'on les prendrait pour les végétaux eux-mêmes à l'état de pétrification; le plus souvent ils ont pris naissance sur un filament de matière organique qui s'élève du fond d'un courant peu rapide et peu profond, vient en effleurer la surface, s'arrête et fixe un grand nombre de molécules calcaires; le chapeau s'accroît ainsi bien plus rapidement que le support, qui prend la forme d'un vrai pédicule. Des touffes de conferves filiformes

1. *Annales de chimie et de physique,* 3e série, tome I.

ont conservé à l'état pierreux l'apparence de pinceaux mouillés ou de ces petites masses de cheveux courts qui couvrent la tête de certaines statues; des couches entières sont formées de tubes calcaires peu adhérents entre eux, tantôt vides, tantôt remplis par des débris de végétaux, ou même par des larves d'insectes. D'autres dépôts, d'une excessive dureté, tout percés de canaux laissés par des ramilles détruites, présentent une multitude d'empreintes de feuilles d'une netteté parfaite. Elles ont la plus grande ressemblance avec celles du Laurier, de l'Orme, de l'Amandier, de l'Olivier qui croissent encore tout près de là; la formation de ce dépôt paraît toutefois remonter à une haute antiquité. Le sulfure de fer incruste beaucoup de matières diverses, telles que des fragments de bois, des racines, des écorces et les restes de plusieurs espèces d'Hélix qu'on trouve en grand nombre sur les plantes qui croissent à côté des lieux où le phénomène s'accomplit. Je n'ai remarqué ce fait que là où l'hydrogène sulfuré rencontre des matières organiques en décomposition. Quand l'hydrogène sulfuré, ou mieux son mélange avec l'acide carbonique, l'azote et la vapeur d'eau, arrive dans des parties caverneuses et perméables à l'air vers la surface du sol, il y dépose sur toute espèce de corps des quantités notables de soufre, sous forme d'incrustations cristallines ou de géodes tapissées d'octaèdres allongés très réguliers. Les Arabes ont fouillé plusieurs de ces solfatares, et depuis lors les matériaux de remblai ont été incrustés de soufre. Ce corps se dépose aussi de l'eau courante autour des sources, le plus souvent sous forme pulvé-

rulente, en couches minces qui alternent avec celles des dépôts calcaires. »

L'oued Zidda, qui coule au nord et à l'ouest de Hammam-Meskoutine est presque entièrement le produit des sources thermales dont elle va porter les eaux dans l'oued Zenati. Quand on remonte son cours, on lui trouve, longtemps avant la grande source, une température de 45 degrés. Au delà de son confluent, elle n'a plus que la température ordinaire, et l'on en boit sans lui trouver de mauvaise qualité; mais en continuant à remonter, on remarque qu'elle s'échauffe graduellement jusqu'à 1 kilomètre de distance, où elle a acquis 50 degrés, parce qu'elle se mélange avec un courant qui vient de plus loin avec l'eau de nouvelles sources brûlantes, auprès desquelles on voit aussi des cônes et des ruines.

Les sources thermales d'*Hammam-Bou-Hadjar* (Bains Pères des pierres) sont situées à 50 kilomètres sud-ouest d'Oran, auprès de l'extrémité occidentale du Selka d'Oran, et se font jour à travers de longues fentes du terrain tertaire, et que l'on peut considérer comme de véritables filons d'eau. Les dépôts calcaires qu'elles abandonnent en s'évaporant à l'air forment quatre bourrelets parallèles entre eux, dirigés à peu près en ligne droite du nord au sud et ayant pour section un triangle équilatéral dont la base, de 12 mètres de long, repose sur le sol. Trois de ces bourrelets ont une longueur de 500 à 600 mètres, et sont distants de 500 mètres environ l'un de l'autre. Le quatrième a 200 mètres seulement de longueur et est situé à 30 mètres à l'est du premier groupe. La ligne de

faîte est sensiblement horizontale, ce qui donne de loin à ces dépôts l'aspect de hautes murailles. Une fente à parois verticales en occupe le milieu : il semble au premier abord que ce soit un canal creusé par la main de l'homme, tant la régularité en est parfaite; mais on reconnaît bientôt, par un examen plus attentif que c'est là l'ouvrage de la nature. La fente a une largeur qui varie d'un décimètre à un mètre.

Il faut ajouter que la source thermale de Sidi-Adli, située sur la rive gauche de l'Isser, sort du milieu d'un plateau de travertin de 3 kilomètres de long et de 1 kilomètre de largeur moyenne. Du côté de la rivière ce plateau se termine par un escarpement abrupt de 30 mètres de hauteur verticale, de la crête duquel l'Oued-el-Hammam se précipite dans le lit de l'Isser. Des stalactites qui hérissent cet escarpement sont remplies de feuilles de dicotylédones, et la chute de l'Oued-el-Hammam indique la manière dont elles se sont formées. Les grands roseaux, qui continuent à croître le long de la cascade deviennent le centre d'autant de stalactites. Le végétal, entouré d'un anneau de spath calcaire aiguillé, passe d'abord à l'état de charbon noir, sans consistance, et finit par disparaître complètement en laissant seulement son empreinte dans l'intérieur de la stalactite.

La source s'échappe d'un bassin naturel qui a $0^{m},10$ de diamètre et qui est creusé dans le travertin. L'eau chaude sort des fissures de la roche, qui constitue les parois et le fond du bassin, en agitant les sables fins qui s'y trouvent accumulés. L'eau est très limpide, sans odeur et sans goût particulier Sa tem-

pérature est de 38 degrés aux bouillons des sources. Au milieu du bassin, où elle est de 2 à 3 degrés moins chaude, elle a une hauteur de $0^{m},90$, ce qui en fait une excellente baignoire dont profitent les Arabes et les soldats du camp de l'Isser.

Comme contre-partie de ces diverses formations actuelles, on trouve dans une foule de régions de vrais travertins géologiquement anciens. Ainsi aux environs de Paris, les calcaires plus ou moins siliceux dits de Brie, de Château-Landon, de Beauce, etc., sont dans ce cas. C'est ce que démontre la forme tuberculeuse des massifs qu'ils constituent et les innombrables tubulures qui en traversent la masse en tous sens.

Parmi les dépôts des sources taries, il faut citer les collines importantes où l'on exploite les admirables travertins, désignés dans le commerce sous le nom de marbre onyx d'Algérie.

Les carrières sont situées dans la province d'Oran, entre Oran et Tlemcen, à la gauche de l'Isser, sur deux plateaux distincts, à des hauteurs à peu près semblables.

L'un, celui de Bled-Rekam (pays de marbre), est le plus important. L'onyx s'y rencontre à l'état de formations isolées, distinctes dans leur épaisseur et leur inclinaison, et composées de plusieurs bancs d'une qualité variable, recouverts d'une couche de terre.

L'autre plateau, celui d'Ars-el-Beïda, est à 4 kilomètres du premier. L'onyx ne s'y présente plus à l'état de formations isolées, mais par bancs continus variant de 15 à 80 centimètres d'épaisseur. Leur régularité est constante, et par suite des escarpements qui se déve-

loppent sur 2 kilomètres de longueur, on peut la constater avec facilité.

L'origine fontigénique n'est pas exclusive à des matériaux calcaires. Dans bien des pays on reconnaît des concrétions de source chez des substances toutes différentes : le gypse ou sulfate de chaux, la silice particulièrement sous forme de meulières, le phosphate de chaux, sont dans ce cas.

Les geysers dont nous avons décrit le gisement et l'allure si remarquables déposent souvent de la silice hydratée, ou geysérite dont l'aspect rappelle beaucoup celui des travertins calcaires. C'est une roche vacuolaire souvent très légère, qui incruste des objets variés et spécialement des coquilles et des plantes. Au Muséum on conserve des bonnets et des gants d'Islandais enveloppés d'une couche pierreuse pour avoir été abandonnés quelque temps dans le bassin des geysers.

De vraie geysérite ancienne se trouve en beaucoup de localités et par exemple à Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme).

On observe aux Açores, et notamment à l'île Saint-Michel, les mêmes transformations siliceuses qu'à Saint-Nectaire. Des fragments de bois et une couche de roseaux très communs dans l'île, épaisse de plus d'un mètre, ont été complètement minéralisés.

C'est même dans cette île que se trouve peut-être le plus bel exemple de concrétions siliceuses contemporaines. Le docteur Webster, dans la description qu'il donne des sources chaudes de Furnas, rapporte que leur température varie de 23 à 97 degrés centigrades, et qu'elles déposent des quantités considérables d'argile

et de matière siliceuse. Celle-ci enveloppe et fait plus ou moins passer à l'état fossile les herbes, les feuilles et les autres substances végétales qui se trouvent en contact avec elle. On peut observer des végétaux sous tous les états de pétrification. Des fougères actuellement vivantes peuvent être changées en silice en peu de temps.

Pour le phosphate de chaux connu dans la pratique sous le nom de phosphorite, il forme dans l'ancien Quercy (Lot et Tarn-et-Garonne) des amas parfois considérables qui sont très activement exploités pour les besoins de l'agriculture. Ces dépots se signalent aussi par l'abondance d'ossements fossiles empâtés comme les débris agglutinés sous les stalagmites des cavernes.

Beaucoup d'eaux déposent de l'oxyde de fer qui, s'accumulant, peut à la longue devenir exploitable. Une petite source des Ardennes, suintant des ardoises près de Laifour, sur le bord de la Meuse, est un exemple de ce type qui se présente dans des situations très diverses.

Il est fréquent de voir ces mêmes dépôts ocreux s'accumuler dans les petits ruisseaux qui serpentent à la surface des prairies, et en Scandinavie comme en Russie, la quantité de fer que les eaux apportent dans les lacs est considérable. On l'exploite alors en l'extrayant du fond des eaux au moyen de cribles portés à l'extrémité de longs manches, et l'on reconnaît au bout de peu d'années que le minerai s'est refait dans les points d'où on l'avait extrait.

Aux époques anciennes, des amas de fer ont pris

naissance par l'effet des eaux souterraines, et on connaît en Franche-Comté, dans le Berry et ailleurs, sous le nom de *mine en grains*, des pisolithes ferrugineux associés à des argiles et remplissant des poches profondément excavées par la corrosion des eaux, au sein des roches calcaires.

La plupart des mines de soufre doivent probablement leur origine à des dépôts de sources minérales. On peut en effet recueillir du soufre dans le voisinage d'un grand nombre d'eaux sulfureuses : à Aix-la-Chapelle, à Aix en Savoie, à Bagnères-de-Luchon, etc.

« Me trouvant à Bagnères-de-Luchon, dit Filhol[1], quand on a démoli les anciens réservoirs, j'ai pu recueillir sur *leur voûte* et toujours dans des endroits où l'eau n'atteignait jamais, une énorme quantité de soufre. La place qu'occupait ce soufre ne pouvait laisser aucun doute quant à son origine ; il est évident qu'il avait dû être transporté sur la voûte des réservoirs sous forme d'une combinaison gazeuse ; et comme l'expérience prouve que les eaux de Bagnères de Luchon laissent dégager de l'acide sulfhydique quand on les fait chauffer, il est naturel de penser que les dépôts de soufre dont nous venons de parler doivent leur origine à la décomposion de ce gaz par l'oxygène de l'air qui, pénétrant dans les conduits ou dans les réservoirs en trop faible quantité pour pouvoir brûler les deux éléments de l'acide sufhydrique, brûle seulement le plus combustible, l'hydrogène, et met le soufre en liberté. »

Beaucoup de filons livrent passage à des sources

1. *Eaux minérales des Pyrénées.*

dont la composition offre manifestement des rapports avec la leur. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple bien net, à Lamalou (Hérault), l'eau qui surgit d'un filon de barytine contient de la baryte en dissolution. Plusieurs des sources de Lamalou apparaissent au jour sur les parois d'anciennes galeries de recherches ouvertes sur des filons de plomb et de cuivre.

La roche schisteuse, successivement altérée, divisée, puis détrempée, est en plusieurs points, notamment sur le prolongement des filons et sur les lignes de retrait, corrodée et entraînée. Ces actions successives y ont même donné naissance à des cavités allongées en chapelet, que M. François[1] considère comme étant en voie de remplissage actuel par les eaux minérales.

« L'état et l'aspect des lieux, dit le savant ingénieur, ne permettent pas de se tromper quant au fait de remplissage des cavités de la roche (nids, poches et fentes) par les eaux minérales. On ne pouvait mieux prendre la nature sur le fait. Les matières de remplissage déposées par les eaux se composent d'une association irrégulière, plus ou moins compacte et serrée, selon le dépôt d'ancienneté, de cristaux de baryte sulfatée, de quartz cristallisé, de quartz amorphe, de pyrite de fer et de mouches de cuivre, qui sont évidemment en voie de formation.

« Cette association rappelle d'une manière exacte la composition et la structure de la pâte, ou matière de remplissage de filons anciens du voisinage. »

1. Comptes rendus de l'Ac. des science, séances du 2 décembre 1861.

Les faits de ce genre, très multipliés et très instructifs autant par leurs variantes que par leur répétition, ont amené à reconnaître ce que d'autres considérations aussi avaient enseigné : que les filons sont réellement des dépôts de sources plus ou moins anciennes.

Les filons métallifères, produits du remplissage progressif de crevasses du sol où des eaux minérales ont circulé longtemps, sont parfaitement comparables aux tuyaux de conduite qui s'incrustent et se bouchent peu à peu. Seulement les eaux, étant plus chaudes, ont dû dissoudre des corps plus variés et réaliser ainsi une espèce de concentration locale de substances précieuses ailleurs disséminées dans les roches en particules indiscernables. Certains pays sont traversés de réseaux compliqués de pareils filons : la Saxe, la Bohême, le Cornwall, l'ouest des États-Unis, le Pérou, le Chili, sont dans ce cas.

Quand on examine la composition et la structure des filons, on reconnaît que les eaux incrustantes dont ils sont des dépôts ont fréquemment et brusquement changé de composition durant leur formation. A un dépôt de galène, par exemple, succède tout à coup de la barytine, puis vient du quartz, puis de la galène encore, ou de la blende, de la fluorine, puis de la pyrite, etc. : quelques filons sont d'une complication extrême ; d'autres ne comprennent qu'une ou deux combinaisons.

La température des eaux filoniennes devait dans beaucoup de cas être relativement élevée, et de Sénarmont est parvenu, en opérant avec le concours d'eau chauffée en vase clos à 150 ou 200 degrés, à reproduire

la plupart des substances caractéristiques des gîtes métallifères.

Dans quelques-uns même on trouve que l'eau devait nécessairement être en vapeurs, et c'est dans des conditions de ce genre que se sont formés par exemple les filons qui nous fournissent l'étain. Des expériences ont encore permis, comme Gay-Lussac l'a montré le premier, d'imiter la nature dans cette voie nouvelle.

CHAPITRE III

LES SOURCES, LES TREMBLEMENTS DE TERRE ET LES VOLCANS.

Malgré le paradoxe apparent de cette proposition, c'est au régime des eaux souterraines qu'il faut attribuer les tremblements de terre et le cortège imposant de tous les phénomènes volcaniques.

Il résulte en effet de travaux récents, que les uns et les autres sont dus au développement subit de grandes quantités de vapeur d'eau dans les régions profondes de la terre.

Des observations superficielles suffisent pour révéler la gigantesque quantité de vapeur d'eau rejetée par une éruption volcanique, et, depuis longtemps, les volcans sont classés par les géologues au nombre des sources thermales. C'est une gigantesque poussée de vapeur qui transporte les cendres jusqu'à des dizaines de kilomètres de hauteur et c'est à la condensation de l'eau refroidie par l'air que sont dues les pluies diluviennes qui retombent autour du cratère : des torrents de boue coulent sur la montagne, inondent la plaine voisine. Pompéi a été enseveli sous un semblable cataclysme. A la Nouvelle-Zélande, l'île Blanche doit son nom aux vapeurs des sources bouillantes qui débordent de leur bassin

cratériforme lorsque le volcan de l'île Tongariro entre en éruption. Pour ce qui concerne les tremblements de terre, il y a bien longtemps déjà qu'on a reconnu leur influence maîtresse sur les sources :

« Les mêmes secousses, relativement assez faibles, furent, dit Strabon[1], ressenties dans toute la Syrie et s'étendirent même à plusieurs des Cyclades et jusqu'en Eubée : on vit là les eaux d'Aréthuse (il s'agit d'une des fontaines de Chalcis) tarir tout à coup, puis recommencer à sourdre quelques jours après, mais par une ouverture différente, et tout ce temps-là le sol ne cessa de trembler sur un point ou sur un autre, puis il finit par s'entr'ouvrir et vomit dans la plaine de Lélante un torrent de boue enflammée. »

« On a vu, dit ailleurs le même auteur[1], le Ladon s'arrêter tout d'un coup par suite d'une obstruction de ses sources. Les *bérèthres*, qui existent aux environs de Phénée et qui servaient au transport des eaux, (dont ce fleuve est formé) ayant été ébranlées par un tremblement de terre, s'effondrèrent, et leurs débris, en atteignant et en comblant les veines les plus profondes de la source, occasionnèrent cette interruption momentanée du cours du fleuve. Du moins est-ce ainsi que certains auteurs expliquent le phénomène. Érathostène, lui, en voit la cause dans l'existence de ce lac temporaire que forme auprès de Phénée la rivière (Aroanius) : « Cette rivière, dit-il, s'engouffre « dans des pertuis, appelés *zérèthres*[2], et, suivant

1. Livre I.
2. *Synonyme de bérèthre.*

« qu'elles les trouvent obstruées ou libres, ses eaux « refluent dans la plaine et l'inondent en laissant la « plaine à sec, s'en vont rejoindre le Ladon et l'Al- « phée : c'est ainsi qu'on vit coïncider naguère avec « le retrait de ce lac de Phénée l'inondation de la « plaine qui environne le temple d'Olympie. »

Les eaux de Cannstat dans le Wurtemberg, dont les sources sont si nombreuses et si volumineuses, doivent en grande partie leur origine au tremblement de terre de Lisbonne (1er novembre 1755).

Pendant la même catastrophe, il surgit à Néris une nouvelle source sous la forme d'une colonne d'eau de 3 à 4 mètres de hauteur et qui se soutint pendant quelques secondes. Le volume des eaux dans le bassin thermal fut prodigieusement augmenté; elles se troublèrent, prirent une couleur laïteuse. Les fondements du puits César furent emportés, et la nouvelle source se creusa, au pied de l'ancienne, un bassin plus vaste et plus profond.

Ce même jour, entre trois et quatre heures du soir, à Bourbon-l'Archambault, le volume de la source augmenta au point de déborder par-dessus les margelles du puits et d'inonder la ville. La chaleur de l'eau s'accrut singulièrement; l'eau devint d'une couleur ardoisée trouble, d'une saveur âcre et savonneuse. La source ne revint à son état ordinaire que le 4 novembre.

Le même jour encore, entre onze heures et midi, les eaux de la source principale à Teplitz, en Bohême, devinrent troubles d'abord, ensuite d'une couleur noire jaunâtre, et fort épaisses; elles cessèrent com-

plètement de couler pendant plusieurs minutes, après quoi elles jaillirent avec une si grande violence, qu'elles débordèrent au-dessus du bassin ; l'eau avait d'abord une couleur jaune rougeâtre, mais, après une demi-heure, elle reprit sa transparence ordinaire.

Les sources d'Allevard datent du tremblement de terre de 1791.

La catastrophe d'Ischia est encore présente à tous les esprits. Ses sources sont intimement liées à l'histoire de ses tremblements de terre. On va en juger.

On compte dans l'île quatorze sources d'eaux minérales froides et une quarantaine de sources chaudes. Les vertus thérapeutiques de ces eaux, jointes à la douceur du climat, à la situation enchanteresse d'Ischia, y attiraient une foule de riches étrangers. Casamicciola, dont les bains sont les plus fréquentés, a sa population quadruplée pendant la saison.

Ischia, pourtant, est un volcan appartenant au groupe des Champs Phlégréens, dont un bras de mer de 3 kilomètres seulement la sépare. Son sommet, l'Epomeo, a 592 mètres ; dans sa plus grande dimension, elle n'a que 9 kilomètres.

Casamicciola est bâtie sur le versant septentrional de l'Epemeo, qui compte un grand nombre d'éruptions, dont la dernière eut lieu en 1301. L'activité volcanique continue à se manifester par les jets de vapeur et les sources thermales. M. Baldacci a étudié cette intéressante et malheureuse région, et décrit ainsi la situation des sources : de l'est à l'ouest, on rencontre celles de Pontano, de Farnello et Fontana, près d'Ischia ; les jets de vapeur et les sources thermales de Castiglione près

de la pointe de ce nom; les jets de vapeur de Caccinto sur la lave trachytique du Tabor; les nombreuses et abondantes eaux de Gurgitello a Monte, tout près de Casamicciola, avec leurs forts dégagements d'acide carbonique; la fumerolle de Monte Cito, à l'ouest de Casamicciola, qui donnait naguère beaucoup de vapeur d'acide sulfureux par des fractures du tuf de l'Epomeo; enfin les sources thermales que l'on utilise aux bains de Catugno ou Paolone, près de Fario, et qui jaillissent des flancs de Monte Nuovo. Les ruisseaux qui se rendent à la mer sont en partie alimentés par l'eau thermale, et le fond de la mer lui-même sur le littoral est à une température assez élevée. M. Baldacci considère toutes ces émanations comme correspondant à une grande fracture, un peu infléchie, se dirigeant de l'est à l'ouest.

Deux jets de vapeur moins actifs sont à l'origine des deux grands éboulements qui, lors du tremblement de terre, se sont faits sur le versant de l'Epomeo, et ils sont probablement sur une cassure latérale parallèle à la première.

Les émanations suivantes, qui se dirigent du nord-nord-ouest au sud-est, appartiendraient à une seconde fracture. Ce sont, près de Lacco Ameno, les sources thermales de Santa Restituta; les jets de vapeur de San Lorenzo; la fumerolle déjà citée de Monte-Cito; puis, sur le versant sud de l'Epomeo, les sources thermales de Fondobillo et les jets de vapeur de Testaccio. La vallée escarpée du Scarrupato, dans laquelle se trouvent ces dernières émanations, est à peu près dans le même alignement, et il en est de même des deux

cours d'eau qui se dirigent en sens inverse vers le nord.

Ces deux fractures se croiseraient, à peu près à angle droit, à Monte Cito, presque sous la ville de Casamicciola.

En outre, et d'après M. de Rossi, une cassure circulaire existe sur toute la périphérie de l'Epomeo. Toutes les sources thermales de l'île sont caractérisées par la présence du chlorure de sodium et du carbonate de soude.

Le dernier tremblement de terre survint le 28 juillet 1883, à neuf heures vingt-cinq minutes du soir. Il fut accompagné d'un mugissement épouvantable qui dura, semble-t-il, une vingtaine de secondes.

Casamicciola, Lacco Ameno furent comme rasés au niveau du sol, avec un grand nombre de victimes humaines; Serrara, Fontana et d'autres localités éprouvèrent de moins grands dégâts. La commotion fut ressentie à Ischia, sans y produire de dommages. Elle fut sensible aussi à l'île de Procida, et fut indiquée par des séismographes à l'observatoire de Rome. Mais, en résumé, l'ébranlement violent fut très restreint.

Or, quelques jours auparavant les sources de Gurgitello et d'autres avaient montré de l'irrégularité dans leur volume et dans leur température; la fumerolle de Monte Cito, à peu près inactive, s'était réveillée en émettant un sifflement particulier et de forts jets de vapeur accompagnés d'acide sulfureux.

Dans tous les tremblements de terre, c'est toujours Casamicciola qui est le plus cruellement frappée.

Elle est en effet, située sur un point faible, correspondant précisément à l'intersection de la fracture nord-nord-ouest à sud-sud-est et de la fracture circulaire[1].

La liaison, maintenant bien démontrée, entre les eaux qui imprègnent l'écorce terrestre et les phénomènes mécaniques dont les profondeurs terrestres sont le théâtre, se resserre encore par la découverte de la cause essentiellement aqueuse des tremblements de terre et des éruptions volcaniques.

On sait que l'eau, incessamment appelée vers les zones relativement profondes par l'énergique attraction capillaire des roches suffisamment refroidies, rencontre dans les hautes températures souterraines un obstacle invincible à sa pénétration indéfinie. L'une superposée à l'autre sont donc deux régions concentriques : la plus externe saturée de l'humidité *de carrière*, la plus profonde absolument sèche; celle-ci perdant à chaque instant devant les progrès de l'autre, qui emprunte ses éléments d'hydratation à la masse encore considérable des océans.

Les choses ainsi pourraient durer pacifiquement si la croûte solidifiée et le noyau toujours fluide, ne se contractaient de quantités inégales sous l'influence du refroidissement progressif. De cette diminution différente, résultent nécessairement des tiraillements et des crevassements de l'écorce, à tous moments trop grande pour le noyau qui se rapetisse plus vite qu'elle, et dont elle ne peut suivre le mouvement centripète qu'en se fronçant sur elle-même.

1. Comptes rendus, 1883, 2e semestre.

UPB

Or, comment admettre ces déplacements même très faibles sans assister en même temps par la pensée à des pulvérisations des portions internes? Le long des grandes cassures ou *failles*, des blocs, nécessairement, se détachent, glissent et peuvent ainsi parvenir, de la zone des masses hydratées, aux espaces incandescents où l'eau ne saurait subsister. Un pareil fragment ayant seulement 1 kilomètre cube (et qu'est-ce vis-à-vis du volume terrestre?) nous fournit, dans la force élastique de la vapeur ainsi libérée tout à coup, de quoi expliquer bien aisément — par comparaison avec les effets redoutables d'un morceau de brique mouillée inopinément jeté dans le creuset d'un haut fourneau — d'irrésistibles explosions, des trépidations à détruire des villes entières, des détonations, des roulements souterrains et des mugissements formidables, c'est-à-dire tout l'ensemble des manifestations sismiques. Que les *égrènements* de matériaux hydratés se succèdent les uns aux autres, et à chacun d'eux une explosion, un choc du sol, devra nécessairement correspondre. Les 250 trépidations éprouvées à Chio en 48 heures, les 200 secousses ressenties à Murcie dans la seule journée du 10 janvier 1883, sont les témoins des 250 et des 200 chutes de blocs de matériaux humides dans le laboratoire encore interdit à l'eau.

Les pays à tremblements de terre sont avant tout les zones littorales et les massifs montagneux géologiquement peu anciens. Pour ces derniers la désagrégation des couches contournées, redressées, présente évidemment une condition éminemment favorable au développement des réactions qui viennent d'être décrites.

Il faut ajouter ici une remarque qui s'applique également, et plus peut-être, aux zones littorales : si l'on essaye de se représenter la distribution de l'eau d'imprégnation dans les masses profondes, on reconnaît qu'elle doit être fortement influencée par les formes du relief extérieur de l'écorce. Les mesures thermométriques prises dans les tunnels qui traversent les montagnes, y revèlent un accroissement de chaleur exceptionnelle qui ne peut que relever la surface de contact mutuel de la zone d'imprégnation et de la zone anhydre. Il résulte de là, qu'à la faveur du crevassement qui ne peut manquer à la suite des contractions spontanées, de fragments rocheux situés vers la plaine, à une profondeur où l'imprégnation est possible, sont tout à coup et sans déplacement vertical soumis aux effluves latéraux des masses très chaudes gisant sous la montagne, et ainsi doués brusquement du caractère explosif.

Des considérations que M. Faye a fait valoir montrent de même que sous la masse conductrice des océans l'accroissement de la température souterraine doit être fortement ralentie.

Si la vapeur engendrée dans les profondeurs, au lieu de se condenser dans les couches superficielles ou d'en sortir sous forme de sources thermales, trouve des points de moindre résistance d'où elle peut s'exhaler en abondance, il en résultera l'éruption volcanique. Surfondue dans la profondeur en présence de la vapeur, celle-ci s'y incorporera par une véritable *occlusion*. suivant l'expression de Graham. Le composé résultant, analogue par son état au vin de champagne sursaturé

d'acide carbonique, sera comme lui *foisonnant*; si une issue se présente vers les régions supérieures, c'est-à-dire de faible pression, le dégagement des fluides élastiques déterminera l'ascension de la matière fondue et, pour ses portions les premières poussées, la réduction en lapillis et en cendres.

FIN

TABLE DES GRAVURES

Pages.

Vue prise dans le Gobi 3
Un puits dans le désert 7
Sources du Gange 17
Fontaines du Sérail 21
Les aqueducs d'Anazarbe 25
Aqueduc romain 31
Ruines des aqueducs de Claude 33
Caldarium des thermes de Caracalla 41
Aqueduc de Mérida 45
Aqueduc du Bardo à Tunis 49
Citerne de Mérida 53
Les citernes de Constantinople 55
Vaucluse 85
Fontaine de Nîmes 87
Estavelles de Porrentruy 90
Carte des environs d'Adelsberg 95
Grottes de la Carniole 96
Grottes du Mammouth 99
Poissons des grottes du Mammouth 103
Fontaine de Castalie 107
Sources du Loiret 111
La Touvre 113
Source intermittente 119
Source du Rhône 136
Puits artésiens 145
Sources de Pfäffers 181
Sources salées de Touzla 194
Piatigorsk 209
Sources chaudes du pays des Mormons 212
Vallée du haut Kara-Kach 215

Pages.
Vue de Laugarvatn. 277
Sources chaudes aux Célèbes. 287
La plaine des Geysers. 299
Les sources du Mammouth dans le Parc national des États-Unis. 303
Les sources du Mammouth (2e vue). 307
Le grand Geyser aux États-Unis. 311
Cascade pétrifiée de Hammam-Meskoutine. 355

FIN DE LA TABLE DES GRAVURES

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

Les sources ordinaires

			Pages.
Chapitre	I.	La terre sans les sources	1
—	II.	Reconnaissance des hommes envers les sources	16
—	III.	Les aqueducs	24
—	IV.	Les fontaines et les nappes d'eau	77
—	V.	Les sources vauclusiennes	84
—	VI.	Les sources des cavernes	94
—	VII.	Les réapparitions des rivières	106
—	VIII.	Les sources intermittentes	115
—	IX.	Les sources jaillissantes	121
—	X.	Les sources sous-marines	124
—	XI.	Les cratères-sources	127
—	XII.	Les sources des glaciers	128
—	XIII.	Les sources provoquées	142
—	XIV.	L'art de découvrir les sources	158

DEUXIÈME PARTIE

Les sources minérales et les sources thermales

Chapitre	I.	Les stations d'eaux chez les anciens et chez les modernes	166
—	II.	Les eaux à très faible minéralisation	175
—	III.	Les eaux salées	187
—	IV.	Les eaux sulfurées	196

Pages.

Chapitre V. Les eaux sulfatées. 214
— VI. Les eaux carbonatées et les eaux carboniquées. 220
— VII. Les eaux ferrugineuses. 239
— VIII. Les eaux boratées. 243
— IX. Les eaux sulfuriquées et les eaux chlorhydriquées. 246
— X. Les eaux bitumineuses. 249
— XI. Les sources de boue. 253
— XII. Les sources de gaz. 259
— XIII. Les sources très chaudes. 268
— XIV. Les sources très froides. 291
— XV. Les geysers. 297
— XVI. Les soffionis. 315

TROISIÈME PARTIE

L'œuvre géologique des sources

Chapitre I. Démolition des roches par les sources. 318
— II. Production des roches par les sources. 330
— III. Les sources, les tremblements de terre et les volcans. 358

Table des gravures. 369

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

14 452. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus 9, à Paris.

BIBLIOTHÈQUE DES MERVEILLES

Chaque vol. in-16, broché 1 fr.; cartonné percaline 2 fr.

André (J.). *Les fourmis.*
Augé (L.) *Les tombeaux.*
— *Les spectacles antiques.*
— *Le forum.*
Badin (A.). *Grottes et cavernes*
Baille (J.). *Merveilles de l'électricité.*
— *Production de l'électricité.*
Bernard (Fr.). *Les fêtes célèbres.*
Bocquillon (H.). *La vie des plantes.*
Bouant (E.). *Les grands froids.*
— *Le feu.*
Bouchot. *Jacques Callot, sa vie, son œuvre.*
Brévans (de). *La migration des oiseaux.*
Capus (G.). *L'œuf.*
— *Le toit du monde.*
Castel (A.). *Les tapisseries.*
Cazin (A.). *La chaleur.*
— *Les forces physiques.*
— *L'étincelle électrique.*
Collignon (E.). *Les machines.*
Colomb (C.). *La musique.*
Deharme (E.). *La locomotion.*
Dehérrypon. *Merveilles de la chimie.*
Deleveau. *La matière.*
Demoulin (M.). *Les paquebots.*
Depping (H.). *La force et l'adresse.*
Dieulafait. *Diamants.*
Dubief (E.). *Le journalisme.*
Du Moncel (le comte). *Le téléphone.*
Du Moncel et Geraldy. *L'électricité comme force motrice.*
Duplessis. *Merveilles de la gravure.*
Fonvielle (W. de). *Eclairs et tonnerre.*
— *Les atomes.*
— *Le pétrole.*
— *Le pôle sud.*
Foveau de Courmelles. *L'hypnotisme.*
Garnier (E.). *Les nains et les géants.*
Gazeau (A.). *Les bouffons.*
Girard (J.). *Les plantes au microscope.*
Girard (M.). *Métamorphoses des insectes.*
Graffigny (H. de). *Les moteurs.*
Guignet. *Les couleurs.*
Guillemin (A.). *Les chemins de fer.* 2 vol.
— *La vapeur.*
Hangouvaux (G.). *Les villes retrouvées.*
Hélène (M.). *Les galeries souterraines.*
— *La poudre à canon.*
— *Le bronze.*
Hennebert (J.). *Les torpilles.*
— *L'artillerie.*
— *La guerre.*
Jacquemart. *La céramique* (Orient).
— *La céramique* (Occident).
Joly (H.). *L'imagination.*
Lacombe (P.). *Les armes et les armures.*
Laffitte (P.). *La parole.*
Landrin (A.). *Les plages de la France.*
— *Les monstres marins.*
— *Les inondations.*
Lanoye (F. de). *L'homme sauvage.*
Lastevrie (F. de). *L'orfèvrerie.*
Lefèvre. *Le sel.*
Lefèvre. *Merveilles de l'architecture.*
— *Les parcs et les jardins.*
Le Pileur. *Merveilles du corps humain.*
Lesbazeilles (E.). *Les volcans.*
— *Le monde polaire.*
— *Les forêts.*
Lévêque (Ch.). *Harmonies providentielles.*
Maindron (M.). *Les pavillons.*
Marion (F.). *Merveilles de l'optique.*
— *Merveilles de la végétation.*
Masson (M.). *Le dévouement.*
Mellion. *Le désert.*
Menant (J.). *Ninive et Babylone.*
Menault (E.). *L'intelligence des animaux.*
— *L'amour maternel chez les animaux.*
Merey (F.). *L'hydraulique.*
Meunier (Mme). *L'écorce terrestre.*
— *Les sources.*
Meunier (V.). *Les grandes chaleurs.*
— *Les grandes pêches.*
Milès. *La bijouterie.*
Millet (F.). *Les fleuves et les rivières.*
Moitessier. *L'air.*
— *La lumière.*
Molinier (A.). *Les manuscrits.*
— *L'émaillerie.*
Monnet. *L'envers du théâtre.*
Narjoux (F.). *Histoire d'un pont.*
Pérez (J.). *Les abeilles.*
Petit (M.). *Les sièges célèbres.*
— *Les grands incendies.*
— *Le courage civique.*
Portal et Greffeuille. *L'horlogerie.*
Pottier. *Les merveilles de terre cuite.*
Radau (F.). *L'acoustique.*
— *Le magnétisme.*
Renard (L.). *Les phares.*
— *Merveilles de l'art naval.*
Renaud (A.). *L'héroïsme.*
Reynaud (J.). *Les minéraux usuels.*
Roy (J.). *L'an mille.*
Saglio. *Les maisons des hommes célèbres.*
Sauzay (A.). *La verrerie.*
Simonin (L.). *Le monde souterrain.*
— *L'or et l'argent.*
Sonrel (L.). *Le fond de la mer.*
Tennant. *Les télégraphes.* 2 vol.
Tissandier (G.). *L'eau.*
— *La houille.*
— *Les fossiles.*
— *La navigation aérienne.*
Verneau. *Enfance de l'humanité.*
Viardot (L.). *La peinture.* 1 vol.
— *La sculpture.*
Zurcher et Margollé. *Les météores.*
— *Les glaciers.*
— *Les météores.*
— *Volcans et tremblements de terre.*
— *Les naufrages célèbres.*
— *Trombes et cyclones.*
— *L'énergie morale.*

Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.